

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

**Mikrosimulační model křižovatky Pavlovova – Výškovická v Ostravě**

Micro Simulation Model of Intersection Pavlovova – Vyskovicka in Ostrava

Student:

Bc. Kristýna Plocová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra dopravního stavitelství

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Kristýna Plocová**  
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby  
Specializace: 02 Dopravní inženýrství  
Téma: **Mikrosimulační model křižovatky Pavlovova - Výškovická v Ostravě**  
**Micro Simulation Model of the Intersection Pavlovova - Vyskovicka in Ostrava**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je navrhnout úpravy na křižovatce Pavlovova - Výškovická v Ostravě (GSP 49°47'41.890"N, 18°13'59.006"E). Budou provedeny potřebné dopravní průzkumy intenzit a směřování dopravních i pěších proudů, konfliktních situací a analýza dopravní nehodovosti. Na základě provedených kapacitních či prognostických výpočtů a mikrosimulačních modelů vytvořených v programu PTV VISSIM bude zhodnocen současný stav a budou navrženy úpravy křižovatky za účelem zvýšení bezpečnosti provozu a kapacity samotné křižovatky. Dále bude s využitím základních statistických metod provedeno srovnání navržených úprav se současným stavem i navzájem. Součástí diplomové práce bude rovněž relevantní výkresová dokumentace. Na příloženém CD/DVD budou videozáznamy z analýzy konfliktních situací a videosekvence modelu vytvořeného v PTV VISSIM.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích.  
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací.

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích.  
TP 188 Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací.  
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích.  
TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy.

KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2019

Datum odevzdání: 29.11.2019



---

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*

**Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

Prohlašuji:

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доми, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доми, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 SB., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....

podpis studenta

## **Anotace**

PLOCOVÁ, Kristýna. *Mikrosimulační model křižovatky Pavlovova – Výškovická v Ostravě*. Diplomová práce. VŠB – TUO Ostrava, Fakulta stavební, 2019, 69 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Úkolem diplomové práce „Mikrosimulační model křižovatky Pavlovova – Výškovická v Ostravě“ je zvýšení bezpečnosti a kapacity dané křižovatky, pomocí kapacitních výpočtů současného stavu a vytvořením mikrosimulačních modelů v programu PTV VISSIM. Diplomová práce bude zahrnovat dopravní průzkum intenzit, konfliktních situací, analýzu dopravní nehodovosti a prognózu intenzit. Na základě výsledků z těchto úkolů budou navrženy úpravy křižovatky a statistickými metodami bude provedeno srovnání navržených úprav se současným stavem a aktuálních intenzit, se současným stavem na výhledové intenzity a navzájem. Úpravy křižovatky budou obsahovat přestavbu na světelně řízenou křižovatku, rozdílné umístění návěstidel a rozdílné signální plány.

## **Annotation**

Plocova, Kristýna. *Micro Simulation Model of the Intersection Pavlovova – Vyskovicka in Ostrava*. Bachelor's thesis. VŠB – TUO Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2019, 69 p. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

The goal of the diploma thesis „Microsimulation model of the intersection Pavlovova - Vyskovicka in Ostrava“ is to increase the safety and capacity of the intersection, by means of current state capacity calculations and by creating microsimulation models in the PTV VISSIM program. The thesis will include traffic research of intensities, conflict situations and traffic accident analysis. Based on the results of these tasks, intersection adjustments will be proposed and statistical methods will compare the proposed adjustments with the current situation and current intensities, with the current situation for prospective intensities and with each other. Junction modifications will include conversion to a light controlled intersection, different signal locations and other signal plans.

**Klíčová slova**

Křižovatka, Výškovická, Pavlovova, intenzita, kapacita, doprava, nehodovost, PTV VISSIM, mikrosimulace, bezpečnost, Ostrava

**Keywords**

Intersection, Výškovická, Pavlovova, intensity, capacity, transport, accident rate, PTV VISSIM, microsimulation, safety, Ostrava

|  |        |
|--|--------|
| Seznam použitého značení .....                                 | - 1 -  |
| Použité zkratky .....  | - 1 -  |
| Seznam veličin .....   | - 2 -  |
| 1. Úvod.....   | - 5 -  |
| 2. Popis lokality a okolí křižovatky.....                      | - 6 -  |
| 2.1. Řešená křižovatka v územním plánu města .....             | - 10 - |
| 3. Dopravní analýza.....                                       | - 11 - |
| 3.1. Dopravně – inženýrský průzkum .....                       | - 11 - |
| 3.2. Označení paprsků křižovatky .....                         | - 11 - |
| 3.3. Určení špičkové hodiny .....                              | - 13 - |
| 3.4. Intenzita městské hromadné dopravy .....                  | - 15 - |
| 4. Konfliktní situace .....                                    | - 16 - |
| 5. Analýza dopravní nehodovosti.....                           | - 21 - |
| 6. Intenzita dopravy .....                                     | - 25 - |
| 6.1. Roční průměr denních intenzit dopravy .....               | - 25 - |
| 7. Výpočet kapacity stykové křižovatky rok 2019 .....          | - 29 - |
| 7.1. Stupně podřazenosti .....                                 | - 29 - |
| 7.2. Rozhodující intenzity .....                               | - 29 - |
| 7.3. Zohlednění skladby dopravního proudu .....                | - 29 - |
| 7.4. Kritický časový odstup .....                              | - 30 - |
| 7.5. Následný časový odstup.....                               | - 30 - |
| 7.6. Základní kapacita .....                                   | - 31 - |
| 7.7. Výsledná kapacita .....                                   | - 31 - |
| 7.8. Střední doba zdržení .....                                | - 33 - |
| 7.9. Délka fronty čekajících vozidel .....                     | - 34 - |
| 8. Prognóza intenzit automobilové dopravy.....                 | - 36 - |
| 9. Mikrosimulační modely křižovatky v programu PTV VISSIM..... | - 38 - |



|         |  |        |
|---------|--|--------|
| 9.1.    | Postup vytvoření modelu .....                                      | - 38 - |
| 9.2.    | Současné uspořádání křižovatky .....                               | - 38 - |
| 9.2.1.  | Cestovní čas .....   | - 40 - |
| 9.2.2.  | Průměrná délka fronty .....  | - 40 - |
| 9.2.3.  | Doba zdržení .....   | - 41 - |
| 10.     | Návrhy úpravy křižovatky .....                                     | - 42 - |
| 11.     | Varianty A a B – stavební úpravy a úprava dopravního značení ..... | - 42 - |
|         | Stavební úpravy .....  | - 42 - |
| 11.1.   | Dopravní značení varianty A .....                                  | - 43 - |
| 11.2.   | Návrh signálního plánu varianty A .....                            | - 44 - |
| 11.3.   | Vyhodnocení varianty A v programu PTV VISSIM .....                 | - 45 - |
| 11.3.1. | Cestovní čas .....   | - 45 - |
| 11.3.2. | Průměrná délka fronty .....  | - 46 - |
| 11.3.3. | Doba zdržení .....   | - 46 - |
| 11.4.   | Dopravní značení varianty B .....                                  | - 47 - |
| 11.5.   | Návrh signálního plánu varianty B .....                            | - 48 - |
| 11.6.   | Vyhodnocení varianty B v programu PTV VISSIM .....                 | - 49 - |
| 11.6.1. | Cestovní čas .....   | - 49 - |
| 11.6.2. | Průměrná délka fronty .....  | - 50 - |
| 11.6.3. | Doba zdržení .....   | - 50 - |
| 12.     | Varianta C – přidání pruhu .....                                   | - 51 - |
|         | Stavební úpravy .....  | - 51 - |
|         | Dopravní značení .....   | - 51 - |
| 12.1.   | Návrh signálního plánu varianty C .....                            | - 52 - |
| 12.2.   | Vyhodnocení varianty C v programu PTV VISSIM .....                 | - 54 - |
| 12.2.1. | Cestovní čas .....   | - 54 - |
| 12.2.2. | Délka fronty .....   | - 54 - |

|         |   |        |
|---------|---|--------|
| 12.2.3. | Doba zdržení .....                              | - 55 - |
| 13.     | Porovnání variant.....                          | - 56 - |
| 13.1.   | Porovnání variant dle kapacitních výpočtů ..... | - 56 - |
| 13.2.   | Porovnání variant dle programu PTV VISSIM.....  | - 56 - |
| 13.3.   | Multikriteriální hodnocení.....                 | - 59 - |
| 14.     | Závěr.....                                      | - 62 - |
| 15.     | Seznam použité literatury .....                 | - 63 - |
| 16.     | Seznam obrázků, tabulek a grafů.....            | - 65 - |
|         | Seznam obrázků .....                            | - 65 - |
|         | Seznam tabulek .....                            | - 66 - |
|         | Seznam grafů.....                               | - 67 - |
| 17.     | Seznam příloh .....                             | - 68 - |
| 18.     | Seznam výkresů .....                            | - 69 - |

## Seznam použitého značení

### Použité zkratky

|                |  |
|----------------|--|
| III.           | silnice III. třídy                             |
| BUS            | autobusy                                       |
| C              | možnost střetu ve stykovém bodě                |
| ČR             | Česká republika                                |
| ČSN            | česká technická norma                          |
| d.p.           | dopravní proud                                 |
| DK             | dopravní koridor                               |
| j <sub>o</sub> | jízda v blízkosti obrubníků                    |
| KS             | konfliktní situace                             |
| L              | jízda vlevo                                    |
| M              | místní komunikace                              |
| MHD            | městská hromadná doprava                       |
| n              | nedání přednosti v jízdě                       |
| NA             | nákladní automobily                            |
| P              | jízda vpravo                                   |
| P4             | svislé dopravní značení „Dej přednost v jízdě“ |
| PK             | pozemní komunikace                             |
| R              | jízda rovně                                    |
| TP             | technické podmínky                             |

ÚKD                      úroveň kvality dopravy

d. p.                     dopravní proud

pvoz                    přepočtené vozidlo

voz                     vozidlo

### **Seznam veličin**

$a_v$                       stupeň vytížení [-]

$C$                         kapacita dopravního proudu [pvoz/h]

$C_n$                      základní kapacita jízdního n-tého pruhu [pvoz/h]

$C_{g,n}$                   základní kapacita dopravního proudu [pvoz/h]

ha                      hektar

$I$                         intenzita dopravního proudu ve špičkové hodině [voz/h]

$I$                         průměrná denní intenzita dopravy [voz/den]

$I_d$                      denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

$I_H$                      rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h]

$I_m$                      intenzita dopravy daného druhu vozidla v době průzkumu [voz/h]

$I_n$                      intenzita dopravního proudu n [voz/h]

$I_{sh}$                     intenzita špičkové hodiny [voz/h]

$I_t$                      týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den]

$I_v$                      výhledová intenzita dopravy [pvoz/den]

$N_{95\%}$                 délka fronty na vjezdech [m]

$h_i^j$                     dílčí hodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-]

|              |  |
|--------------|--|
| $k_i$        | nenormálová váha kritéria [-]  |
| $k_{d,t}$    | přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy dne průzkumu [-]   |
| $k_{m,d}$    | přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]         |
| $k_{t,RPDI}$ | přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [-] |
| $k_{pi}$     | koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]   |
| $k_{vi}$     | koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]                                  |
| $k_{0i}$     | koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]                                    |
| $L$          | délka mezičasů [s]   |
| $L_{95\%}$   | délka fronty čekajících vozidel [m]  |
| $n$          | dopravní proud [-]   |
| $n$          | počet kritérií [-]   |
| $N$          | počet dopravních nehod za dané období [-]  |
| $p_{0,n}$    | pravděpodobnost nevzdutí dopravního proudu [-]   |
| $p_i$        | pořadí i-tého kritéria v preferenčním uspořádání [-]   |
| $p_i^d$      | součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]                    |
| $p_i^t$      | podíl denní intenzity dopravy dne průzkumu $i$ na týdenní průměru denních intenzit dopravy [%]               |

|            |   |
|------------|---|
| $p_i^r$    | podíl denní intenzity dopravy měsíce $i$ na ročním průměru denních intenzit dopravy [%] |
| $R$        | ukazatel relativní nehodovosti [počet nehod/milion vozidel a rok]                       |
| $Rez$      | rezerva [%]   |
| $RPDI$     | roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]   |
| $t$        | časové období [rok]   |
| $t_c$      | délka cyklu [s]   |
| $T$        | délka intervalu špičkového provozu [s];   |
| $t_f$      | následná mezera [s]   |
| $t_g$      | kritická mezera [s]   |
| $t_w$      | střední doba zdržení [s]  |
| $v_{85\%}$ | rychlost charakteristického dopravního proudu, kterou nepřekračuje 85 % vozidel [km/h]  |
| $v_i$      | normovaná váha $i$ -tého kritéria [-]   |
| $z$        | délka zeleného signálu [s]  |

## 1. Úvod

V dnešní době, kdy stále vzrůstají požadavky na komfort, na bezpečnost, plynulost provozu a zvyšující se mobilitu v obcích je nutné dbát na zvýšení bezpečnosti provozu a kapacit křižovatek. Proto čím dál více křižovatek v intravilánu jsou světelně řízenými křižovatky. Světelně řízené křižovatky mají větší výhody než neřízené. Tyto křižovatky zvyšují bezpečnost, srozumitelně definují přednosti v jízdě, regulují provoz v daných dopravních proudech a navyšují kapacitu pro dopravu.

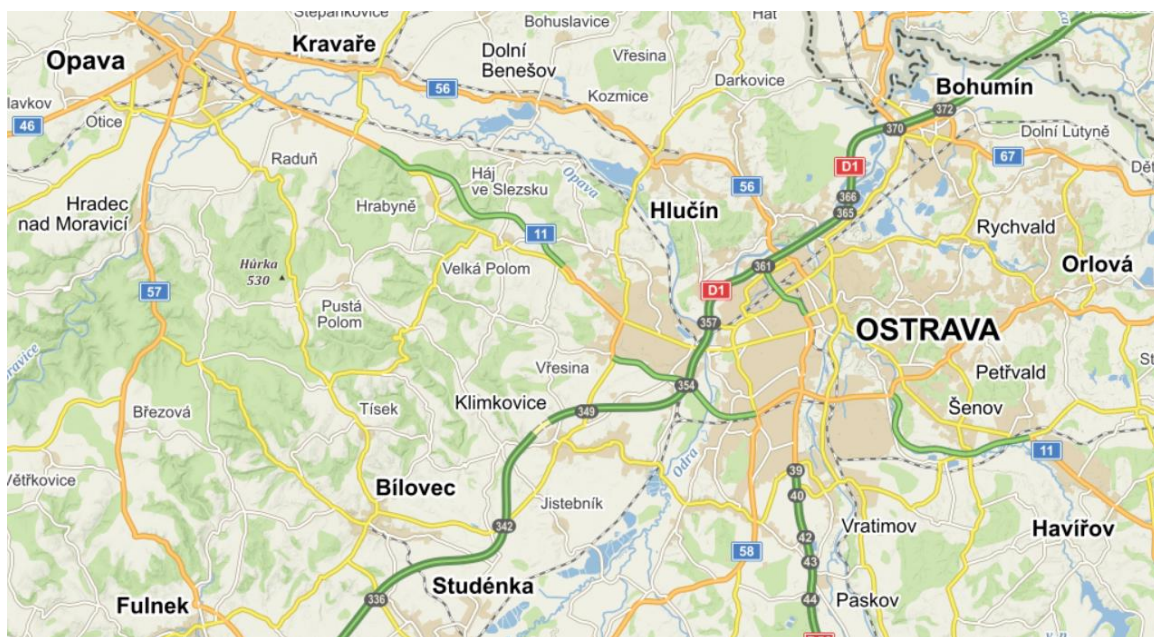
Z výše uvedených důvodů jsem si pro svou diplomovou práci vybrala neřízenou stykovou křižovatku Pavlovova – Výškovická v Ostravě. Je to jedna už z mála neřízených křižovatek, která se nachází v Ostravě. Dalším strašákem této křižovatky je provoz tramvajových tratí, které jsou ve všech paprscích křižovatky. Z tohoto důvodu je nebezpečné pro řidiče a také pro tramvaje levé odbočení z vedlejší pozemní komunikaci. Při tomto odbočování musí řidiči projet před dva dopravní proudy, přes obousměrný tramvajový pás a poté se mohou až zařadit do dopravního proudu, ale to až poté co všem těmto konfliktům dají přednost v jízdě. Tento problém se také týká tramvají, ačkoliv městská hromadná doprava by měla mít přednost. Tento problém nastává také při levém odbočení z hlavní pozemní komunikace.

Cílem této diplomové práce je navrhnout úpravy na křižovatce Pavlovova – Výškovická v Ostravě a následně pro současný stav a tyto úpravy vytvořit mikrosimulační modely. Pomocí těchto modelů bude statistickými metodami provedeno srovnání navržených úprav se současným stavem a navzájem. Práce obsahuje výsledky z dopravního průzkumu firmy Ostravské komunikace a.s., jelikož v době řešení práce byla tato křižovatka uzavřena. Tyto výsledky jsem dále pomocí prognóz vypočetla pro rok 2019 a následně z důvodu propojení ulic Pavlovové a Plzeňské násobila koeficienty pro přesnější vyjádření intenzit v současném stavu. Dále práce obsahuje analýzu konfliktních situací, shrnutí nehodovosti, prognózu intenzit dopravy pro rok 2029, kapacitní posouzení a návrhy řešení pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy.

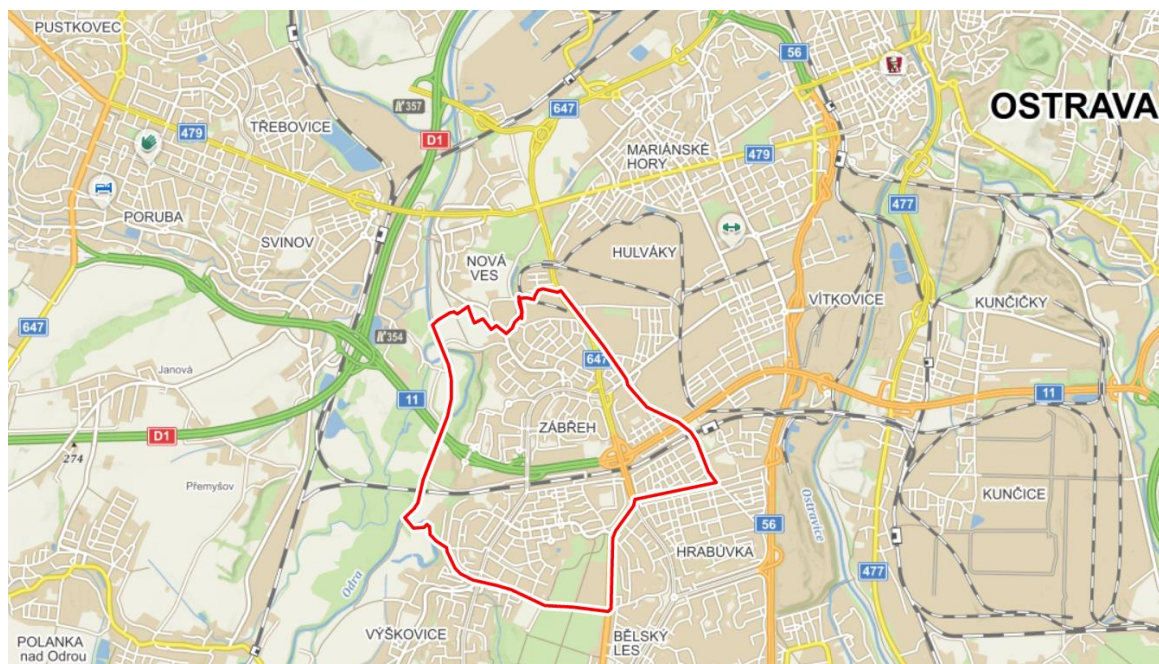
Ze stavebního hlediska budou ve všech návrzích upraveny bezbariérové prvky, dojde k úplnému propojení cyklostezky a následně k tomu přizpůsobeny přechody pro pěší i cyklisty. Ve všech návrzích dojde přestavbě křižovatky na světelně řízenou, umístění „stopčár“ se bude ve variantách lišit, proto bude rozdílný signální plán.

## 2. Popis lokality a okolí křižovatky

Ostrava je třetí největší město v České republice, které se nachází na východu u Polských hranic, se skládající se z 37 částí. Řešená křižovatka se nachází ve městě Ostrava v části Zábřeh nad Odrou, která je nejsevernější částí městského obvodu Ostrava – Jih. V tomto městském obvodu žije přes 100 tisíc obyvatel na rozloze 1,631 ha.



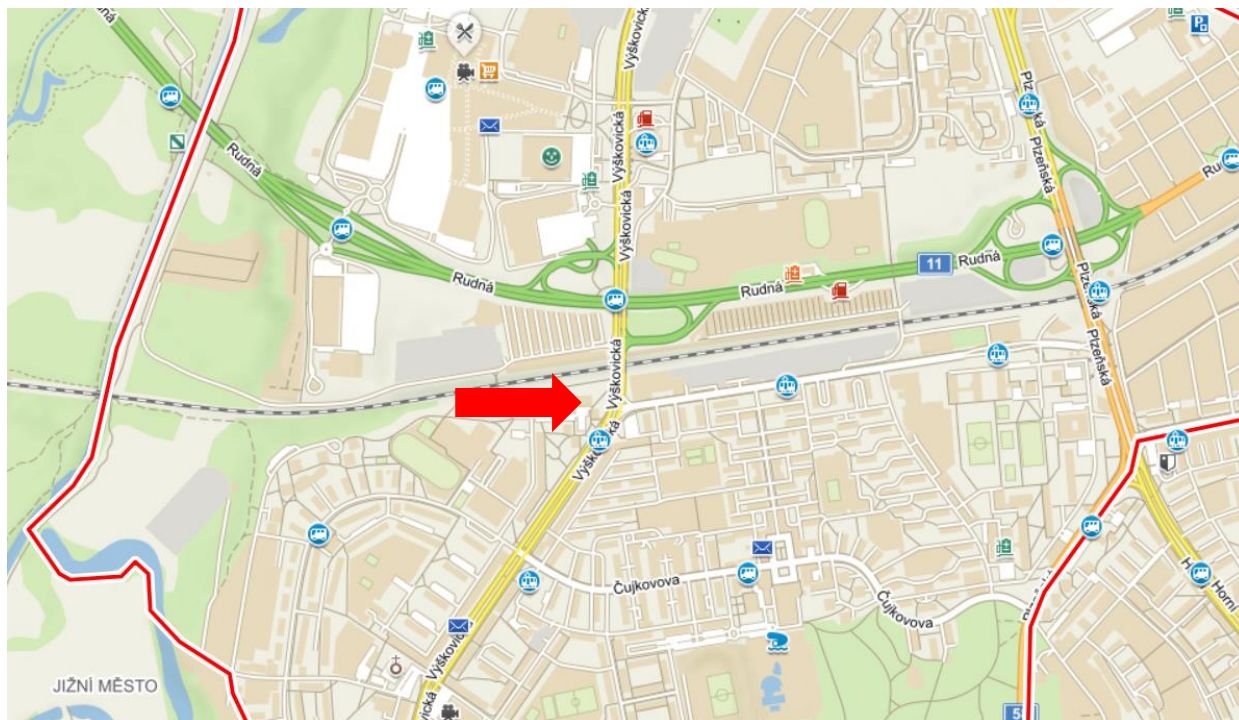
Obrázek 2.1 - Širší vztahy a poloha obce [4]



Obrázek 2.2 – Mapa širších vztahů [4]



Jedná se o stykovou křižovatku ulic Pavlova – Výškovická v intravilánu obce Ostrava. Hlavní komunikací je ulice Výškovická a vedlejší komunikací je ulice Pavlova. Tato tři praprsková křižovatka má v každém paprsku dvoukolejnou tramvajovou trať. V blízkém okolí se nachází tramvajové zastávky Zábřeh vodárny na hlavní pozemní komunikaci a dále od křižovatky se nacházejí tramvajové zastávky Rodimceva na ulici Pavlova.



Obrázek 2.3 - Poloha křižovatky v městské části Zábřeh nad Odrou [4]

Ulice Výškovická je významná silnice III. třídy číslo 4787, která vede skrz celý Zábřeh nad Odrou. Tato silnice se kříží se silnicí I/11 na ulici Rudné a dále se napojuje na ulici Plzeňskou, která je významná silnice I/58. Jedná se čtyřproudovou směrově rozdělenou komunikaci v jejíž středě se nachází dvou kolejová tramvajová trať.

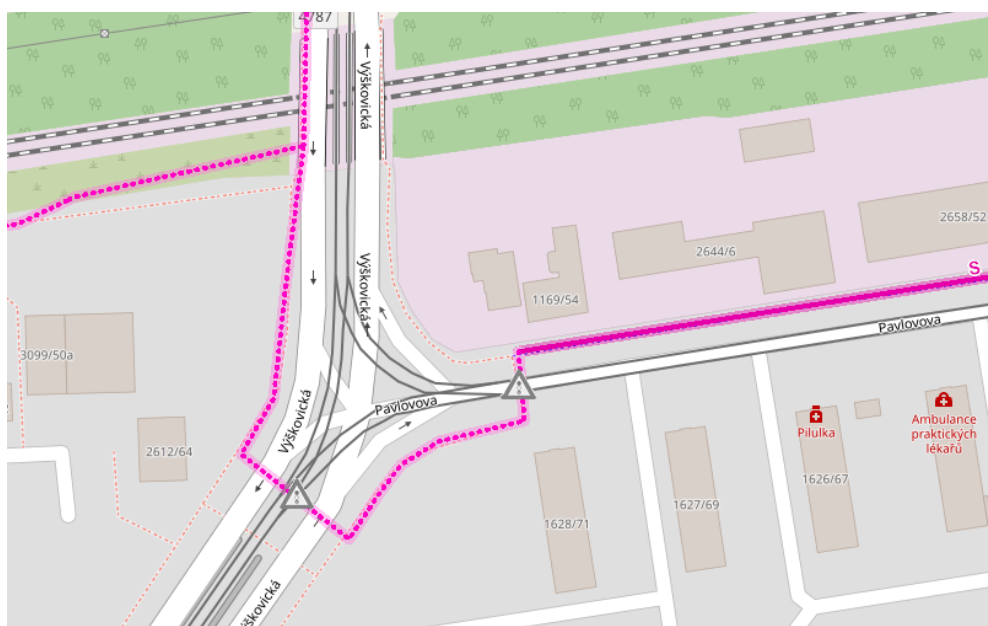
Ulice Pavlova je významná místní sběrná komunikace spojující ulice Výškovickou a Plzeňskou, jedná se o významné spojení z důvodu zklidnění dopravy a zvýšení plynulosti dopravy v blízkém okolí. Jedná se o dvoupruhovou směrově rozdělenou komunikaci v jejíž středě se nachází dvoukolejná tramvajová trať.

Nemalou část v této křižovatce zastává cyklistická doprava, která je vedena dělenou oddělenou cyklostezkou souběžně s ulicí Pavlova a nově je vybudovaná oddělená cyklostezka na ulici Výškovická směrem Shopping Park. Viz Obrázek 2.5.

Další významnou částí této křižovatky je pěší doprava, neboť přes dva paprsky řešené křižovatky jsou vedeny přechody pro chodce. A to přes komunikaci na ulici Pavlovova a na ulici Výškovická v blízkosti tramvajových zastávek Zábřeh vodárna.



Obrázek 2.4 – Řešená křižovatka Výškovická – Pavlovová [4]



Obrázek 2.5 – Znázornění cyklistické dopravy v okolí řešené křižovatky [3]

Velkou částí této křižovatky je městská hromadná doprava, jelikož do každého paprsku křižovatky vede tramvajová trať a dále po ulici Výškovická vede autobusová doprava. Městská hromadná doprava spadá pod správu Dopravního podniku Ostrava. V Ostravě je páteří sítí městské hromadné dopravy tramvajová doprava.

Tramvajová doprava je vedena ve všech paprscích křižovatky s šířkou tramvajového pásu 6,5 m. Na ulici Výškovické od Výškovice je zřízená tramvajová zastávka Zábřeh vodárna a vede zde 5 linek s čísly 2, 6, 7, 11 a 15. Na křižovatce se linky 6,11 a 15 odpojují směrem na ulici Pavlovou a linky 2,7 vedou dále po ulici Výškovické směrem Vítkovice.

Autobusová hromadná doprava je vedena po ulici Výškovická a je to linka s číslem 48.

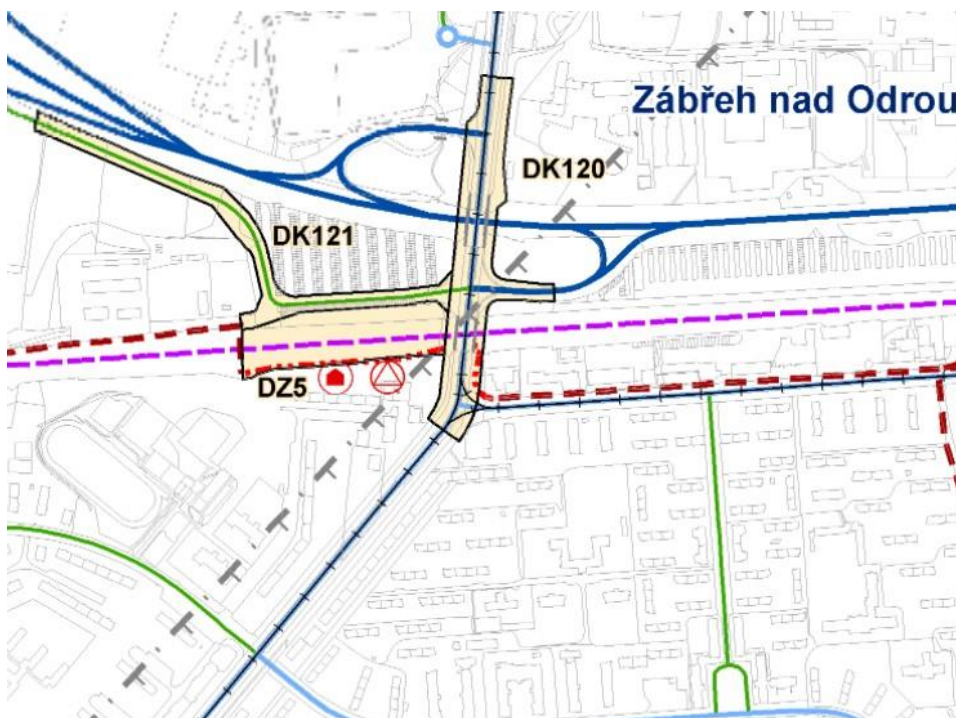
Schéma sítě je znázorněno na Obrázku 2.6.



Obrázek 2.6 – Schéma sítě městské hromadné dopravy v Ostravě [8]

## 2.1. Řešená křižovatka v územním plánu města

V územní plánu města Ostrava je tato křižovatka zahrnuta v přestavbě dopravní stavby DK 120, která zahrnuje rekonstrukci ulice Výškovické až po ulici Pavlovovou. Jedná se o rozšíření jihovýchodní rampy na ulici Rudné. V územní plánu města není jasně definována změna řešené křižovatky.



Obrázek 2.1.1 – Zahrnutí řešené křižovatky v územním plánu města Ostrava [13]



### **3. Dopravní analýza**

#### **3.1. Dopravně – inženýrský průzkum**

Dopravně – inženýrský průzkum mi byl poskytnut firmou Ostravské komunikace a.s., který byl proveden 4.6.2009 v běžný pracovní den ve čtvrtek v době od 7:00 do 11:00 a od 13:00 do 17:00. Sčítání bylo provedeno smyčkami a sčítači. Tento průzkum mi byl poskytnut z důvodu aktuální uzávěry křižovatky pro automobilovou dopravu, kvůli rekonstrukci mostovky na ulici Výškovické. Tato uzávěra automobilové dopravy byla již v době zadání diplomové práce. Proto jsem musela intenzity pomocí prognózy zjistit. Ze sčítání intenzit dopravy byla stanovena špičková hodina a následně postupně dle v té době aktuálního technického předpisu TP 225 [5][9][10] byla provedena prognóza intenzit dopravy na rok 2019. Dále z důvodu propojení ulice Pavlovové s nedalekou ulicí Plzeňskou v roce 2015 jsem jednotlivé směry vždy navýšila koeficienty pro osobní vozidla 1,85 a pro nákladní vozidla a autobusy koeficientem 1,01 a jiné směry snížila koeficienty pro osobní vozidla 0,6 a pro nákladní vozidla a autobusy koeficientem 0,98. Jednotlivé navýšené či snížené intenzity dopravních proudů jsou uvedeny v Tabulce 3.3.2. Tyto koeficienty byly konzultovány s dopravními inženýry z firmy Ostravské komunikace a.s.. Intenzita tramvajové dopravy je dle aktuálních jízdních řádů, této dopravy se uzávěra nedotkla.

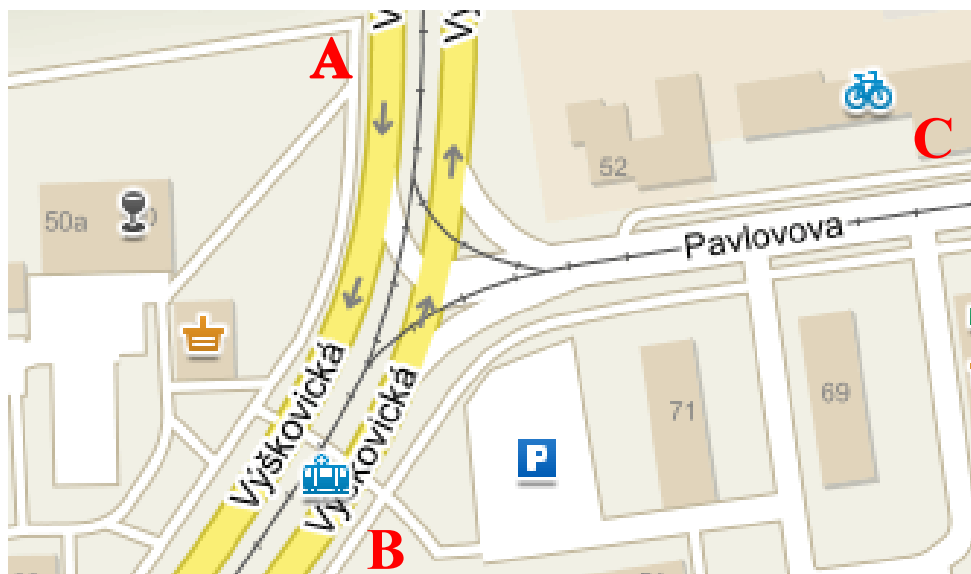
#### **3.2. Označení paprsků křižovatky**

Paprsky křižovatky jsem označila písmeny A–C:

Paprsek A – Ulice Výškovická od Vítkovic

Paprsek B – Ulice Výškovická od Výškovice

Paprsek C – Ulice Pavlovova



Obrázek 3.2.1 – Označení paprsků křižovatky [3]

Z poskytnutého průzkumu jsem zjistila, že celkově za dobu 8 hodin projelo celkem 14766 vozidel v roce 2009. V době od 7:00 do 11:00 projelo celkem 6720 vozidel a v době od 13:00 do 17:00 projelo celkem 8046 vozidel. Proto v Tabulce 3.2.1. jsou uvedeny patnáctiminutové intervaly pro odpolední sčítání intenzit pro stanovení špičkové hodiny.

Tabulka 3.2.1 – Intenzita dopravy jednotlivých směrů v roce 2009 [7]

| Čas           | Výškovická od Vítkovic |            | Výškovická od Výškovic |             | Pavlovova  |           |
|---------------|------------------------|------------|------------------------|-------------|------------|-----------|
|               | Vpravo (8)             | Vlevo (7)  | Vpravo (3)             | Vlevo (2)   | Vpravo (4) | Vlevo (6) |
| 13:00 – 13:15 | 132                    | 31         | 2                      | 97          | 40         | 4         |
| 13:15 – 13:30 | 165                    | 36         | 8                      | 150         | 54         | 6         |
| 13:30 – 13:45 | 146                    | 34         | 9                      | 227         | 62         | 4         |
| 13:45 – 14:00 | 150                    | 39         | 9                      | 83          | 61         | 2         |
| 14:00 – 14:15 | 179                    | 52         | 2                      | 81          | 53         | 4         |
| 14:15 – 14:30 | 232                    | 50         | 7                      | 160         | 51         | 5         |
| 14:30 – 14:45 | 244                    | 42         | 4                      | 214         | 63         | 8         |
| 14:45 – 15:00 | 262                    | 35         | 7                      | 198         | 64         | 9         |
| 15:00 – 15:15 | 237                    | 47         | 3                      | 172         | 67         | 4         |
| 15:15 – 15:30 | 258                    | 41         | 6                      | 248         | 52         | 6         |
| 15:30 – 15:45 | 228                    | 50         | 8                      | 205         | 70         | 6         |
| 15:45 – 16:00 | 258                    | 50         | 5                      | 185         | 61         | 6         |
| 16:00 – 16:15 | 258                    | 40         | 7                      | 181         | 71         | 5         |
| 16:15 – 16:30 | 290                    | 49         | 8                      | 169         | 61         | 4         |
| 16:30 – 16:45 | 252                    | 45         | 9                      | 166         | 54         | 2         |
| 16:45 – 17:00 | 227                    | 59         | 8                      | 172         | 55         | 4         |
| <b>Celkem</b> | <b>3518</b>            | <b>700</b> | <b>102</b>             | <b>2708</b> | <b>939</b> | <b>79</b> |

### 3.3. Určení špičkové hodiny

Špičková hodina je nejvyšší hodinová intenzita dopravy. Špičkovou hodinu jsem určila z Tabulky 3.2.1., ve které je počet všech vozidel v době průzkumu od 13:00 do 17:00, které danou křižovatkou projeli.

Jelikož dopravní průzkum byl proveden v běžný pracovní den, lze špičkovou hodinu určit jako maximální hodinovou intenzitu za dobu průzkumu dle vzorce (1).

$$I_{sh} = \max\{I_h\} \quad (1)$$

kde:

$I_{sh}$  – intenzita špičkové hodiny [voz/h],

$I_h$  – hodinová intenzita v době průzkumu [voz/h].

Tabulka 3.3.1 – Stanovení špičkové hodiny v roce 2009

| Čas           | Celkový počet vozidel v době průzkumu [voz/4h] | Hodinová intenzita dopravy [voz/h] |      |
|---------------|--|------------------------------------|------|
| 13:00 – 13:15 | 306  | 13:00 – 14:00                      | 1551 |
| 13:15 – 13:30 | 419  | 13:15 – 14:15                      | 1616 |
| 13:30 – 13:45 | 482  | 13:30 – 14:30                      | 1702 |
| 13:45 – 14:00 | 344  | 13:45 – 14:45                      | 1795 |
| 14:00 – 14:15 | 371  | 14:00 – 15:00                      | 2026 |
| 14:15 – 14:30 | 505  | 14:15 – 15:15                      | 2187 |
| 14:30 – 14:45 | 575  | 14:30 – 15:30                      | 2293 |
| 14:45 – 15:00 | 575  | 14:45 – 15:45                      | 2285 |
| 15:00 – 15:15 | 532  | 15:00 – 16:00                      | 2275 |
| 15:15 – 15:30 | 611  | 15:15 – 16:15                      | 2305 |
| 15:30 – 15:45 | 567  | 15:30 – 16:30                      | 2275 |
| 15:45 – 16:00 | 565  | 15:45 – 16:45                      | 2236 |
| 16:00 – 16:15 | 562  | 16:00 – 17:00                      | 2196 |
| 16:15 – 16:30 | 581  |                                    |      |
| 16:30 – 16:45 | 528  |                                    |      |
| 16:45 – 17:00 | 525  |                                    |      |
| <b>Celkem</b> | <b>8048</b>                                    |                                    |      |

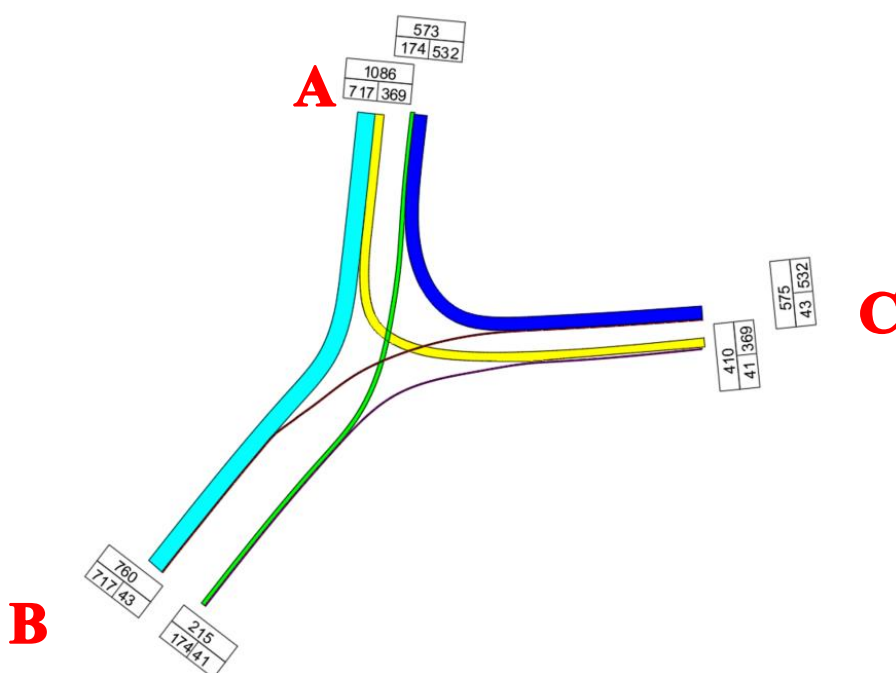
Z Tabulky 3.3.1. je stanovena špičková hodina v čase od 15:15 – 16:15. V této době projelo křižovatkou 2305 v roce 2009.

Dále pro stanovení intenzity dopravy ve špičkovou hodinu pro rok 2019 jsem provedla prognózu dopravy dle příslušných technických podmínek postupně dle platnosti podmínek. Prvně jsem provedla prognózu dle *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (1.vydání)* [5] z roku 2009 do roku 2012, následně dle *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (2.vydání)* [9] z roku 2012 do roku 2018 a poté provedu prognózu dle *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy* [10]. Výpočty jsou uvedeny v Příloze P.1 – Prognóza intenzit dopravy špičkové hodiny z roku 2009 do roku 2019.

Dále tyto intenzity jsem násobila koeficienty z důvodu propojení ulice Pavlovové s Plzeňskou viz dříve. Konečné intenzity jsou v Tabulce 3.3.2. Celkem projelo ve špičkovou hodinu 1876 voz/h.

Tabulka 3.3.2 – Intenzity dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2019

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (II) |          |           |          | Výškovická od Výškovic (II) |          |           |          | Pavlovova (M) |          |           |          |
|---------------|-----------------------------|----------|-----------|----------|-----------------------------|----------|-----------|----------|---------------|----------|-----------|----------|
|               | Vpravo (8)                  |          | Vlevo (7) |          | Vpravo (3)                  |          | Vlevo (2) |          | Vpravo (4)    |          | Vlevo (6) |          |
|               | Osobní                      | NA + BUS | Osobní    | NA + BUS | Osobní                      | NA + BUS | Osobní    | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní    | NA + BUS |
| I             | 1098                        | 59       | 190       | 17       | 18                          | 8        | 162       | 79       | 281           | 12       | 23        | 0        |
| Koef.         | 0,6                         | 0,98     | 1,85      | 1,01     | 1,85                        | 1,01     | 0,6       | 0,98     | 1,85          | 1,01     | 1,85      | 1,01     |
| Intenzity     | 659                         | 58       | 352       | 17       | 33                          | 8        | 97        | 77       | 520           | 12       | 43        | 0        |
| Celkem        | 717                         |          | 369       |          | 41                          |          | 174       |          | 532           |          | 43        |          |

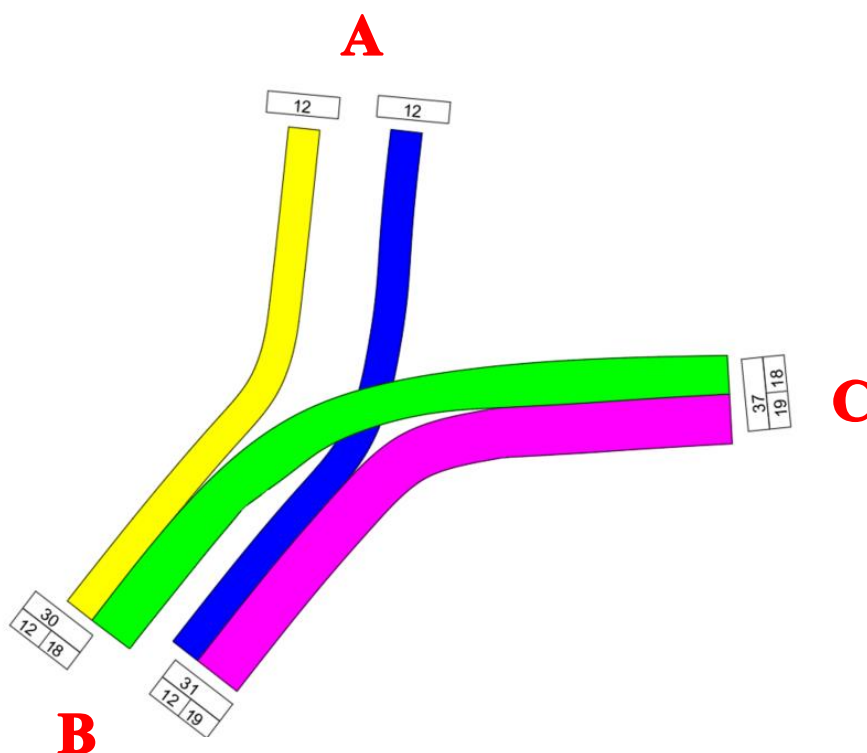


Obrázek 3.3.1 – Pentlogram intenzit dopravy ve špičkové hodině od 15:15 do 16:15 [voz/h]



### 3.4. Intenzita městské hromadné dopravy

Dle jízdního řádu *www.kodis.cz* [8] jsem zjistila intenzity městské hromadné dopravy, a to pro tramvaje a autobusy. V době špičkové hodiny projelo křižovatkou 49 linek tramvají a 12 linek autobusů. Uzávěra řešené křižovatky se nedotkla tramvajové dopravy. Pentlogram tramvajové dopravy je uveden na Obrázku 3.4.1.

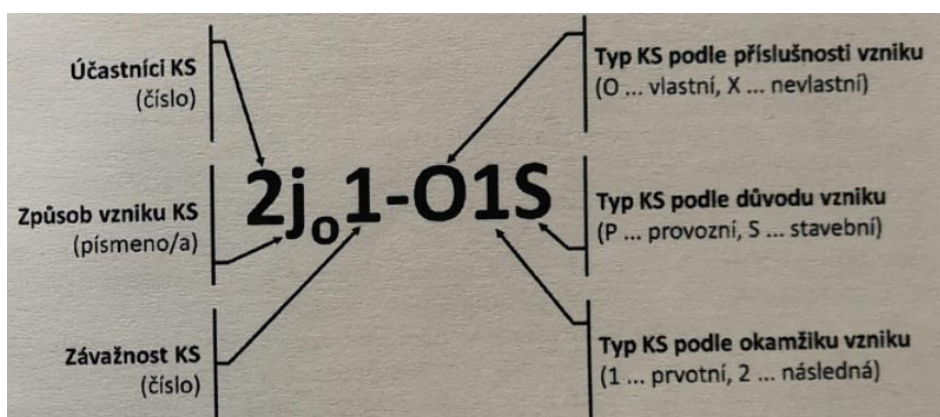


Obrázek 3.4.1 –Pentlogram intenzity tramvajové dopravy ve špičkové hodiny od 15:15 do 16:15 [voz/h]

#### 4. Konfliktní situace

Podkladem pro úpravu křižovatky a zvýšení bezpečnosti dopravy byla provedena analýza konfliktních situací. Konfliktní situace se rozumí taková situace, při které by mohlo dojít mezi účastníku provozu k větší než obvyklé míře nebezpečí. Každé dopravní nehodě předchází právě konfliktní situace neboli skoronehoda. Konfliktní situace je možná nehodová situace a typ této situace předurčí o jakou dopravní nehodu se bude jednat. [2]

Konfliktní situace jsem zpracovala dle hodnocení konfliktních situací v silniční dopravě dle doc. Ing. Jana Folprechta, Ph.D. Vypozorované konfliktní situace se začali zaznamenávat do inovovaného klasifikačního symbolu, který vycházel z trojmístného symbolu, který zavedl doc. Folprecht, tj. první části klasifikačního symbolu a ten byl jen rozšířen o druhou část. [2]



Obrázek 4.1 – Inovovaný klasifikační symbol [2]

Tabulka 4.1 – 1.znak klasifikačního symbolu (účastníci konfliktu) [2]

| Kategorie             | Znak     |
|-----------------------|----------|
| Chodec                | 1 ... .. |
| Automobil             | 2 ... .. |
| Tramvaj               | 3 ... .. |
| Chodec x automobil    | 4 ... .. |
| Chodec x tramvaj      | 5 ... .. |
| Automobil x automobil | 6 ... .. |
| Automobil x tramvaj   | 7 ... .. |
| Tramvaj x tramvaj     | 8 ... .. |
| Jiné                  | 9 ... .. |

Tabulka 4.2 – 2.znak klasifikačního symbolu (způsob konfliktu) [2]

| Kategorie                                 | Znak       |
|---|------------|
| Možnost střetu s příčně jedoucím          | ... A ...  |
| Možnost střetu s protijedoucím            | ... B ...  |
| Možnost střetu ve stykovém bodě           | ... C ...  |
| Možnost střetu najetím zezadu             | ... D ...  |
| Možnost střetu se souběžně jedoucím       | ... E ...  |
| Možnost střetu vlivem parkovacích manévrů | ... P ...  |
| Možnost střetu vlivem otáčení             | ... O ...  |
| Vjezd (vstup) na červenou                 | ... č ...  |
| Zavinil chodec                            | ... ch ... |
| Zavinilo vozidlo                          | ... v ...  |
| Nedání přednosti v jízdě                  | ... n ...  |
| Jízda v blízkosti obrubníků               | ... jo ... |
| Agresivita                                | ... a ...  |
| Pasivita                                  | ... p ...  |
| Vlivem fronty na křižovatce               | ... f ...  |

Ten zvolil tři stupně závažnosti:

- 1.stupeň závažnosti – je to situace, kdy dojde k porušení dopravních předpisů samotným účastníkem provozu, tj. bez přítomnosti jiných účastníků (dojde k tzv. potenciální konfliktní situaci),
- 2 stupeň závažnosti – jde o situaci, kdy dojde k narušení plynulosti provozu, tzn. nedojde k vyvolání násilné reakci dalších účastníků, ale k váhání, agresivitě nebo k chybnému jednání, které vyvolají reakci dalších účastníků,
- 3 stupeň závažnosti – situace, při které musí dojít k úhybnému manévru, aby se zamezilo střetu,
- 4. stupeň – dojde k dopravní nehodě. [2]

Je nutné rozlišit, zda ke konfliktní situaci došlo v souvislosti s provozem na dané křižovatce nebo zda byla konfliktní situace ovlivněna dopravní situací v blízkém okolí řešené křižovatky.

Vzhledem k místu vzniku konfliktní situaci se dělí situace následovně:

- vlastní konfliktní situace (O) – konfliktní situace souvisí přímo s provozem na sledované křižovatce, se stavebními úpravami atd.,
- nevlastní konfliktní situace (X) – konfliktní situace nesouvisí s provozem na sledované křižovatce ani se stavebními úpravami, ale vznikly mimo sledovanou křižovatku. [2]

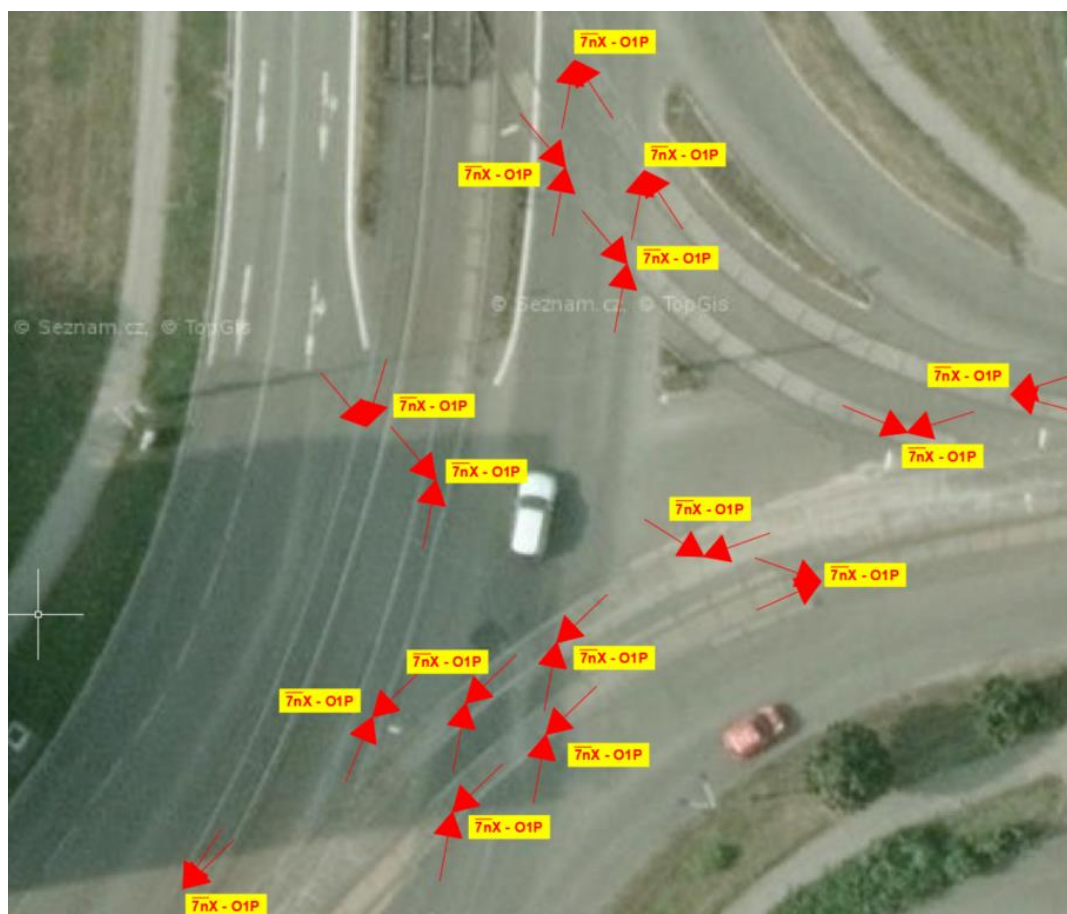
Dále podle okamžiku vzniku se konfliktní situace dělí:

- prvotní konfliktní situace (1) – konfliktní situace nejsou vyvolané jinou situací,
- druhotné konfliktní situace (2) – konfliktní situace jsou vyvolané jinou situací. [2]

Dále dle původu vzniku konfliktu:

- provozní konfliktní situace (P) – konfliktní situace je zaviněna samotným řidičem či jiným účastníkem provozu,
- konstrukční konfliktní situace (S) – konfliktní situace je zaviněna špatně navrženým stavebním uspořádáním. [2]

Využitím této metody jsem provedla analýzu možných konfliktních situací, které by mohly proběhnout na řešené křižovatce. Tyto možné konfliktní situace jsou znázorněny na Obrázku 4.2 až 4.4.



Obrázek 4.2 – Schéma možných konfliktních situací



Obrázek 4.3 - Schéma možných konfliktních situací



Obrázek 4.4 - Schéma možných konfliktních situací

Tabulka 4.3 – Možné konfliktní situace

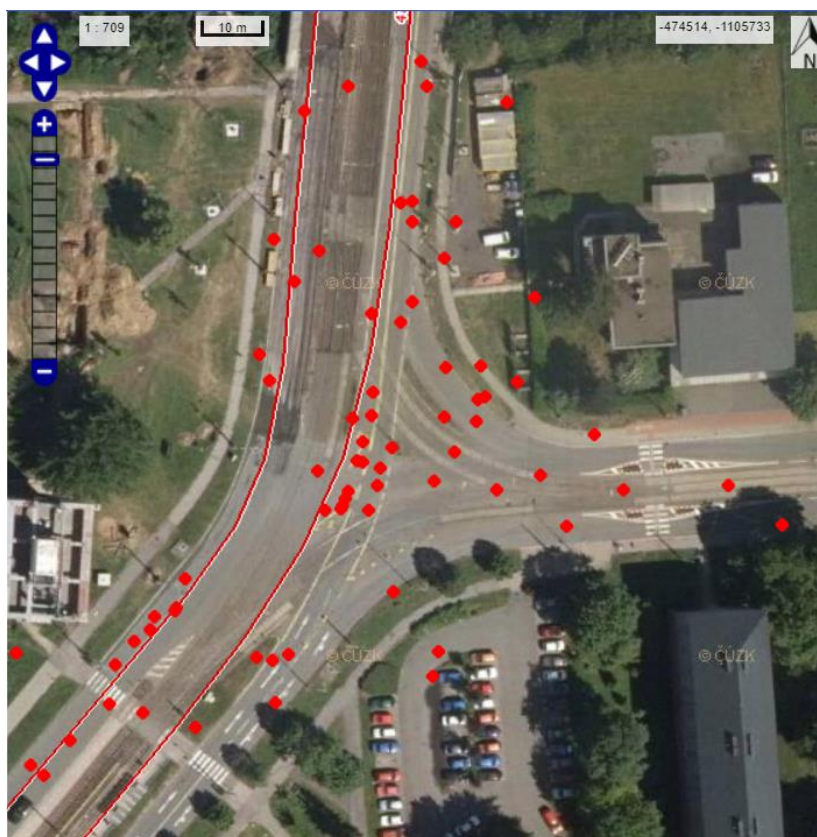
| Konfliktní situace  | Popis situace  | Počet |
|---|--|-------|
| 4nX – O1P   | Možný střet chodce x automobilu při nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce   | 6x    |
| 5nX – O1P   | Možný střet chodce x tramvaje při nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce     | 4x    |
| 8CX – O1P   | Možný střet dvou tramvají ve stykovém bodě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce                         | 3x    |
| 7nX – O1P   | Možný střet automobilu x tramvaje při nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce | 16x   |
| 6nX – O1P   | Možný střet dvou automobilů při nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce       | 8x    |
| 2j <sub>o</sub> X – O1S   | Možná blízká jízda automobilu u obrubníků s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním ze stavebních důvodů na křižovatce                         | 1x    |
| <b>Poznámka:</b><br>X – závažnost není přesněji určena z důvodu možných konfliktních situací<br>Počtem konfliktních situací se rozumí počtem míst, na kterých může dojít ke konfliktní situaci. |  |       |

Konfliktní situace jsou v práci analyzovány a řazeny do kategorií dle Organizace a řízení dopravy I., 1.vyd. [2].

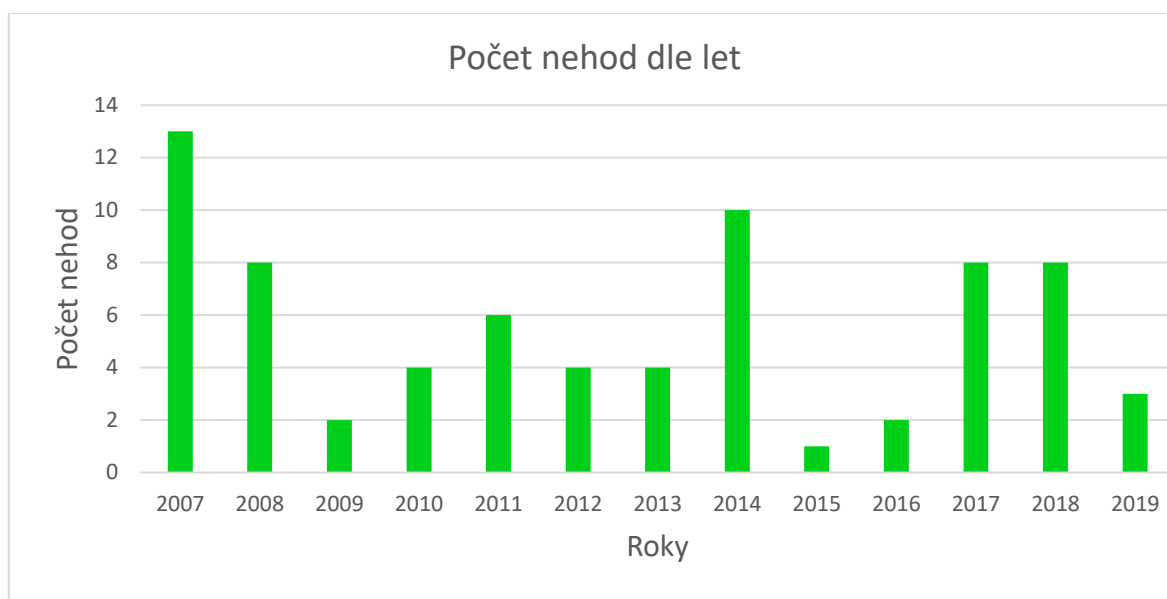


## 5. Analýza dopravní nehodovosti

Jako další podklad pro návrh úprav z důvodu zvýšení bezpečnosti a kapacity dané křižovatky jsem provedla analýzu dopravní nehodovosti. Tento podklad jsem získala z Jednotné dopravní vektorové mapy, které se nacházejí v geografickém informačním systému Ministerstva dopravy [1]. Na tomto serveru jsou zaznamenány všechny dopravní nehody nahlášené Policií ČR. Analýza byla provedena od 1.1.2007 do 4.6.2019. V této době se na křižovatce událo 73 dopravních nehod.

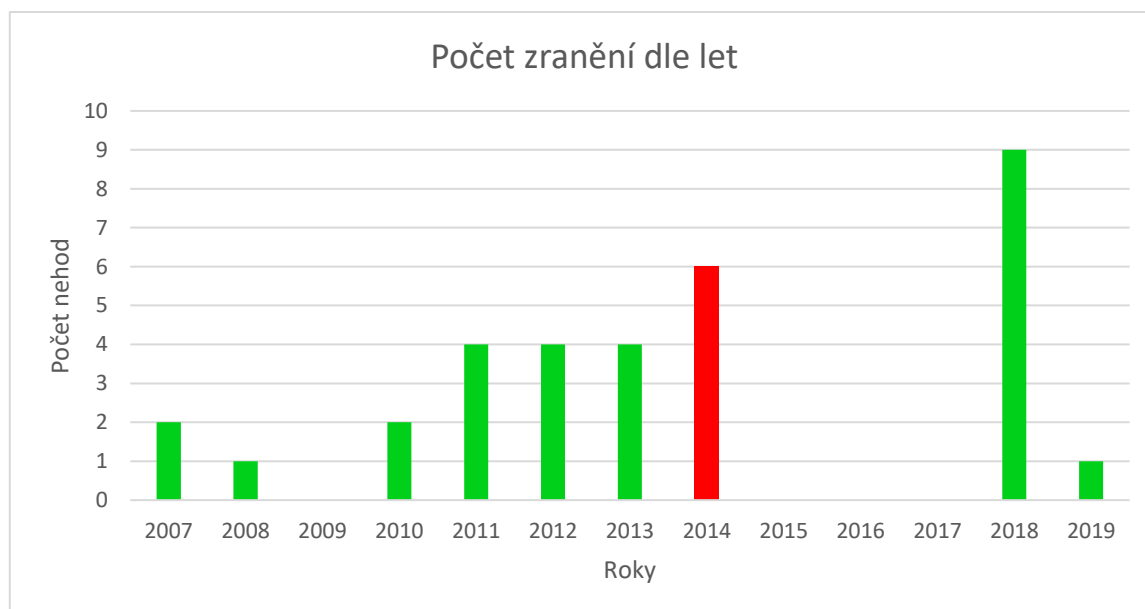


Obrázek 5.1– Oblast nehodovosti řešené křižovatky [1]



*Graf 5.1 – Graf vývoje nehodovosti [1]*

Hlavním druhem dopravní nehody na řešené křižovatce je srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem v celkovém počtu 41 nehod. Příčinou může být velká rozloha, nepřehlednost křižovatky a také provoz tramvajové dopravy. Server uvádí, že došlo k jednomu usmrcení v roce 2014 při dopravné nehodě na přechodu, k jednomu těžkému zranění v roce 2019 a dále k mnoha převážně k lehkým zraněním. Počet zranění je uvedeno v Grafu 5.2.



*Graf 5.2 – Graf vývoje zranění dle let [1]*



Tabulka 5.1 – Přehled druhů dopravních nehod na křižovatce [1]

| Druh nehody                            | Počet [ks] |
|--|------------|
| Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem | 41         |
| Srážka s pevnou překážkou              | 15         |
| Havárie                                | 6          |
| Srážka s tramvají                      | 4          |
| Srážka s chodcem                       | 4          |
| Jiný druh nehody                       | 3          |

Tabulka 5.2 – Přehled hlavních příčin dopravních nehod na křižovatce [1]

| Hlavní příčina nehody                                   | Počet [ks] |
|---|------------|
| Proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST              | 14         |
| Nedodržení bezpečnostní vzdálenosti za vozidlem         | 13         |
| Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla                  | 9          |
| Nepřiměřená rychlost stavu vozovky                      | 6          |
| Nepřiměřená rychlost dopravně technickému stavu vozovky | 6          |
| Nepřiměřená rychlost vlastností vozidla a nákladu       | 5          |
| Překročení předepsané rychlosti stanovené pravidly      | 3          |
| Při odbočování vlevo                                    | 3          |
| Jiný druh nesprávného způsobu jízdy                     | 3          |
| Chodci na vyznačeném přechodu                           | 3          |
| Vyhýbání bez dostatečné boční vůle                      | 2          |
| Při přejíždění z jednoho pruhu do druhého               | 2          |
| Nezaviněno řidičem                                      | 2          |
| Nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu                | 1          |
| Nezvládnutí řízení vozidla                              | 1          |

Dle přehledu z Tabulky 5.2. lze konstatovat, že hlavní příčinou dopravních nehod bylo nedodržení příkazu dopravní značky P4 „Dej přednost v jízdě“ a druhou nejčastější hlavní příčinou bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem.

Vzhledem k počtu nehod a intenzitám jsem vypočetla ukazatel relativní nehodovosti, který znázorňuje pravděpodobnost vzniku dopravních nehod na milion vozidel za jeden rok.

Ukazatel relativní nehodovosti se vypočte dle vztahu:

$$R = \frac{N}{365 \cdot t} \cdot 10^6 \quad (2)$$

kde:

$R$  – ukazatel relativní nehodovosti [počet nehod/milion vozidel a rok],

$N$  – celkový počet dopravních nehod ve sledovaném období,

$I$  – průměrná denní intenzita dopravy [voz/den],

$t$  – sledované období [rok].

Výpočet relativní nehodovosti:

$$R = \frac{73}{365 \cdot 19540 \cdot 11,5} \cdot 10^6 = 0,89$$

Ukazatel relativní hodnoty se obvykle pohybuje v intervalu 0,1 – 0,9 a vyšší hodnoty by znamenaly drobné nedostatky vzhledem k bezpečnosti provozu. V tomto případě řešená křižovatka již nyní může vykazovat drobné nedostatky vzhledem k hodnotě 0,89, která je na hranici intervalu.

## 6. Intenzita dopravy

Odhad ročního průměru denních intenzit se počítá přepočtem intenzit dopravy, které byly získané v době průzkumu a následně násobeny koeficienty, které zohledňují denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Tyto koeficienty se stanovují dle druhu vozidla, charakteru provozu na komunikaci a období kdy byl průzkum prováděn [6].

Pro řešenou křižovatku se jedná o osobní vozidla či autobusy, s typem charakteru na ulici Výškovické silnice III. třídy s hospodářským charakterem (II – H) a ulice Pavlovová má místní komunikaci (M). Průzkum byl provedený v červnu, proto se jedná o jarní období roku [6].

### 6.1. Roční průměr denních intenzit dopravy

Dle *TP 189 – Stanovení intenzit automobilové dopravy* [6] jsem provedla odhad stanovení ročního průměru denních intenzit. Stanovení hodnoty RPDÍ jsem provedla ze špičkové hodiny roku 2019 pro každý druh vozidla podle příslušného postupu v TP 189.

Stanovení odhadu hodnoty RPDÍ se provede dle vzorce (3):

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad (3)$$

kde:

$I_m$  – intenzita dopravy daného druhu vozidla v době průzkumu [voz/h],

$k_{d,t}$  - přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy dne průzkumu [-]

$k_{m,d}$  - přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]

$k_{t,RPDI}$  - přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [-]

Výsledná hodnota ročního průměru denních intenzit dopravy pro všechny vozidla se stanoví jako součet všech jednotlivých průměrů denních intenzit dopravy pro různé druhy vozidel.

$$RPDI = \sum_x RPDI_x \quad (4)$$

### Denní intenzita dopravy v den průzkumu

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (5)$$

kde:

$I_d$  – denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den],

$I_m$  – intenzita dopravy daného druhu vozidla v době průzkumu [voz/h],

$k_{m,d}$  – přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-].

Přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu se vypočte dle vzorce (6).

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_i^d} \quad (6)$$

kde:

$\sum p_i^d$  – Součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy [%].

Tabulka 6.1.1 – Hodnoty a koeficienty výpočtu pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu

| 15:15 -<br>16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |             |           |             | Výškovická od Výškovic (III) |                |           |             | Pavlovova (M) |             |           |             |
|------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|
|                  | Vpravo (8)                   |             | Vlevo (7) |             | Vpravo (3)                   |                | Vlevo (2) |             | Vpravo (4)    |             | Vlevo (6) |             |
|                  | Osobní                       | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní                       | NA<br>+<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní        | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS |
| $I_m$            | 659                          | 58          | 352       | 17          | 33                           | 8              | 97        | 77          | 520           | 12          | 43        | 0           |
| $p_i^d$          | 8,31                         | 7,42        | 8,31      | 7,42        | 8,31                         | 7,42           | 8,31      | 7,42        | 8,29          | 7,42        | 8,29      | 7,42        |
| $k_{m,d}$        | 12,03                        | 13,48       | 12,03     | 13,48       | 12,03                        | 13,48          | 12,03     | 13,48       | 12,06         | 13,48       | 12,06     | 13,48       |
| $I_d$            | 7928                         | 782         | 4235      | 229         | 397                          | 108            | 1167      | 1038        | 6271          | 162         | 519       | 0           |

## Týdenní průměr denních intenzit

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad (7)$$

kde:

$I_t$  – týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den],

$I_d$  – denní intenzita dopravy [voz/den],

$k_{d,t}$  – přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy dne průzkumu [-].

Přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy se vypočte dle vzorce (8):

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{\sum p_i^t} \quad (8)$$

kde:

$\sum p_i^t$  – podíl denní intenzity dopravy dne průzkumu i na týdenní průměru denních intenzit dopravy [%]

Tabulka 6.1.2 – Hodnoty výpočtu a koeficienty pro stanovení týdenního průměru denních intenzit dopravy

| 15:15 -<br>16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |             |           |             | Výškovická od Výškovic (III) |                |           |             | Pavlovova (M) |             |           |             |
|------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|
|                  | Vpravo (8)                   |             | Vlevo (7) |             | Vpravo (3)                   |                | Vlevo (2) |             | Vpravo (6)    |             | Vlevo (4) |             |
|                  | Osobní                       | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní                       | NA<br>+<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní        | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS |
| $I_d$            | 7928                         | 782         | 4235      | 229         | 397                          | 108            | 1167      | 1038        | 6271          | 162         | 519       | 0           |
| $p_i^t$          | 107,9                        | 117,7       | 107,9     | 117,7       | 107,9                        | 117,7          | 107,9     | 117,7       | 113,6         | 117,7       | 113,6     | 117,7       |
| $k_{d,t}$        | 0,93                         | 0,85        | 0,93      | 0,85        | 0,93                         | 0,85           | 0,93      | 0,85        | 0,88          | 0,85        | 0,88      | 0,85        |
| $I_t$            | 7373                         | 665         | 3939      | 195         | 369                          | 92             | 1085      | 882         | 5518          | 138         | 457       | 0           |

## Roční průměr denních intenzit

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI} \quad (9)$$

kde:

$RPDI$  – roční průměr denních intenzit (odhad) [voz/den],

$I_t$  – týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den],

$k_{t,RPDI}$  – přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [-].

Přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy se vypočte podle vzorce (10).

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{\sum p_i^r} \quad (10)$$

kde:

$\sum p_i^r$  – podíl denní intenzity dopravy měsíce  $i$  na ročním průměru denních intenzit dopravy [%].

Tabulka 6.1.3 -Hodnoty výpočtu a koeficienty pro výpočet RPDI

| 15:15 -<br>16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |             |           |             | Výškovická od Výškovic (III) |                |           |             | Pavlovova (M) |             |           |             |
|------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------------|----------------|-----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|
|                  | Vpravo (8)                   |             | Vlevo (7) |             | Vpravo (3)                   |                | Vlevo (2) |             | Vpravo (6)    |             | Vlevo (4) |             |
|                  | Osobní                       | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní                       | NA<br>+<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS | Osobní        | NA +<br>BUS | Osobní    | NA +<br>BUS |
| $I_t$            | 7373                         | 665         | 3939      | 195         | 369                          | 92             | 1085      | 882         | 5518          | 138         | 457       | 0           |
| $p_i^r$          | 108,9                        | 112,6       | 108,9     | 112,6       | 108,9                        | 112,6          | 108,9     | 112,6       | 99,2          | 112,6       | 99,2      | 112,6       |
| $k_{t,RPDI}$     | 0,92                         | 0,89        | 0,92      | 0,89        | 0,92                         | 0,89           | 0,92      | 0,89        | 1,01          | 0,89        | 1,01      | 0,89        |
| RPDI             | 6783                         | 592         | 3624      | 179         | 339                          | 82             | 998       | 785         | 5573          | 123         | 462       | 0           |
| RPDI             | <b>19 540 voz/den</b>        |             |           |             |                              |                |           |             |               |             |           |             |

## 7. Výpočet kapacity stykové křižovatky rok 2019

Posouzení stykové křižovatky jsem provedla dle *TP 188 – Posouzení kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací* [12]. Toto posouzení jsem provedla na intenzity automobilové dopravy z prognózy dopravy na rok 2019.

### 7.1. Stupně podřazenosti

Řešená styková křižovatka má šest dopravních proudů s čísly 2, 3, 4, 6, 7 a 8. Pro stykovou křižovatku se jedná o tři stupně podřazenosti.

- 1.stupeň podřazenosti – řadíme zde dopravní proudy, které jsou nad ostatními dopravními proudy nadřazený, jsou to proudy č. 2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – řadíme zde dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě dopravním proudům 1.stupně, jsou to proudy č. 6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – řadíme zde dopravní proudy, které dávají přednost v jízdě dopravním proudům 1.stupně a 2.stupně, je to proud č. 4

### 7.2. Rozhodující intenzity

Rozhodující intenzity nadřazených proudů jsou základní veličinou pro výpočet základních kapacit vedlejších dopravních proudů. Pro výpočet hodnoty intenzity nadřazených proudů se použije skutečné intenzity.

Tabulka 7.2.1 – Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů na stykové křižovatce [12]

| Druh dopravního proudu    | Vzorec a výpočet intenzit nadřazených proudů                                    | Výsledky [voz/h] |
|---------------------------|---|------------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $I_{h7} = I_2 + I_3 = 174 + 41$   | $I_{h7} = 215$   |
| Pravé odbočení z vedlejší | $I_{h6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 174 + 0,5 \cdot 0$                              | $I_{h6} = 174$   |
| Levé odbočení z vedlejší  | $I_{h4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7$<br>$= 174 + 0,5 \cdot 0 + 717 + 369$ | $I_{h4} = 1260$  |

### 7.3. Zohlednění skladby dopravního proudu

Intenzity dopravy je třeba pro výpočet přepočítat přepočtovými koeficienty dle Tabulky 7.3.1. Přepočtené intenzity jsou uvedeny v Tabulce 7.3.2.

Tabulka 7.3.1 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [12]

| Osobní vozidlo <sup>a)</sup>   | Nákladní vozidla, autobusy <sup>b)</sup> | Nákladní soupravy, kloubové autobusy | Motocykly | Jízdní kola |
|--|--|--------------------------------------|-----------|-------------|
| 1,0  | 1,5                                      | 2,0                                  | 0,8       | 0,5         |
| a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti<br>b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy |  |                                      |           |             |

Tabulka 7.3.2 - Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

| d.p. | Osobní vozidla [pvoz/h] | Nákladní vozidla a autobusy [pvoz/h] | Vozidla celkem [pvoz/h] |
|------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 2.   | 97                      | 115,5                                | 213                     |
| 3.   | 33                      | 12                                   | 55                      |
| 4.   | 43                      | 0                                    | 43                      |
| 6.   | 520                     | 18                                   | 538                     |
| 7.   | 352                     | 25,5                                 | 378                     |
| 8.   | 659                     | 87                                   | 746                     |

#### 7.4. Kritický časový odstup

Velikost kritického časového odstupu neboli kritické mezery se určí podle druhu dopravního proudu a podle rychlosti  $v_{85\%}$ , která je stanovena na hlavní pozemní komunikaci sledované křižovatky jako nejvyšší povolená rychlost. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 7.4.1. Rychlost  $v_{85\%} = 50 \text{ km/h}$ .

Tabulka 7.4.1 – Hodnoty kritických časových odstupů [12]

| Druh dopravního proudu    | Vzorec výpočtu kritického časového odstupu | Výsledky [s]    |
|---------------------------|--|-----------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g7} = 4,45$ |
| Pravé odbočení z vedlejší | $t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g6} = 4,7$  |
| Levé odbočení z vedlejší  | $t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g4} = 6,3$  |

#### 7.5. Následný časový odstup

Velikost následného časového odstupu neboli následné mezery závisí na dopravním značení na vedlejší pozemní komunikaci. Na řešené křižovatce je dopravní značení P4 „Dej přednost v jízdě!“. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 7.5.1.



Tabulka 7.5.1 – Hodnoty následného časového odstupu [12]

| Druh dopravního proudu    | Následný časový odstup „P4“ [s] |
|---------------------------|---------------------------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $t_{f7} = 2,6$                  |
| Pravé odbočení z vedlejší | $t_{f6} = 3,1$                  |
| Levé odbočení z vedlejší  | $t_{f4} = 3,5$                  |

## 7.6. Základní kapacita

Základní kapacita dopravních proudů udává maximální počet vozidel podřazených dopravních proudů. Dopravní proudy 1.stupně má hodnoty 1800 pvoz/h.

Základní kapacita se vypočítá podle vzorce [12]:

$$C_{g,n} = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (11)$$

kde:

$C_{g,n}$  – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$t_f$  – následná mezera [s],

$I_H$  – rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_g$  – kritická mezera [s].

Výsledky základních kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$C_{g,2} = C_{g,3} = C_{g,8} = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,4} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1260}{3600} \left( 6,3 - \frac{3,5}{2} \right)} = 209 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,6} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{174}{3600} \left( 4,7 - \frac{3,1}{2} \right)} = 997 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,7} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{215}{3600} \left( 4,45 - \frac{2,6}{2} \right)} = 1147 \text{ pvoz/h}$$

## 7.7. Výsledná kapacita

Výsledná kapacita dopravního proudu 1.stupně udává hodnoty 1800 pvoz/h. Výsledná kapacita dopravního proudu 2.stupně je dána vztahem [12]:

$$C_n = C_{g,n} \quad (12)$$

kde:

$C_{g,n}$  – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$n$  – číslo dopravního proudu [-].

Při základní kapacitě dopravního proudu třetího stupně je nutno zohlednit pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu.

Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu lze vypočítat podle vztahu [12]:

$$p_{0,n} = \max \left\{ 1 - \frac{I_n}{C_n}, 0 \right\} = \max \left\{ 1 - \frac{I_n}{C_n}, 0 \right\} \quad (13)$$

Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu nadřazeného proudu 3.stupně pro proud č.4:

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7}, 0 \right\} = \max \left\{ 1 - \frac{378}{1147}, 0 \right\} = 0,67$$

Pro zjištění výsledné kapacity  $C_4$  dopravního proudu 3.stupně se vychází ze vzorce [12]:

$$C_4 = p_{0,7} \cdot C_{g,4} \quad (14)$$

kde:

$p_{0,7}$  – pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu č.4 vypočtená podle vztahu (3),

$C_4$  – kapacita jízdního pruhu č.4 [pvoz/h],

$C_{g,4}$  – základní kapacita jízdního pruhu proudu č.4 [pvoz/h].

Jednotlivé výsledné kapacity dopravních proudů:

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot C_{g,4} = 0,67 \cdot 209 = 140 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = C_{g,6} = 997 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = C_{g,7} = 1147 \text{ pvoz/h}$$

## 7.8. Střední doba zdržení

Střední doba zdržení se vypočte dle vzorce [12]:

$$t_w = \frac{3600}{C_n} + \frac{T}{4} \cdot \left[ (a_v - 1) + \sqrt{(a_v - 1)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(a_v; 1)}{C_n \cdot T}} \right] \quad (15)$$

kde:

$t_w$  – střední doba zdržení [s],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$T$  – délka intervalu špičkového provozu [s]; ( $T = 3600$  s),

$a_v$  – stupeň vytížení [-].

Jednotlivé výsledky střední doby zdržení dopravních proudů:

$$t_{w,2} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{213}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{213}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,12; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 2,27 \text{ s}$$

$$t_{w,3} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{55}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{55}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,03; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 2,06 \text{ s}$$

$$t_{w,4} = \frac{3600}{140} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{43}{140} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{43}{140} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,31; 1)}{140 \cdot 3600}} \right] = 37,1 \text{ s}$$

$$t_{w,6} = \frac{3600}{997} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{538}{997} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{538}{997} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,54; 1)}{997 \cdot 3600}} \right] = 7,82 \text{ s}$$

$$t_{w,7} = \frac{3600}{1147} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{378}{1147} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{378}{1147} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,33; 1)}{1147 \cdot 3600}} \right] = 4,68 \text{ s}$$

$$t_{w,8} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{746}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{746}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,41; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 3,39 \text{ s}$$

Dle Podle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (2012) - ed.2(+Z2)*

[12] Tabulky A.2. jsem určila úroveň kvality dopravy dle střední doby zdržení.

$$t_{w2} = 2,27 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_2 = A$$

$$t_{w3} = 2,06 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_3 = A$$

$$t_{w4} = 37,1 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_4 = D$$

$$t_{w6} = 7,82 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_6 = A$$

$$t_{w7} = 4,68 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_7 = A$$

$$t_{w8} = 3,39 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_8 = A$$

Následně dle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (2012) - ed.2(+Z2)* [12] jsem zjistila, že pro hlavní pozemní komunikaci, která je silnice III. třídy má být úroveň kvality E, což je splněno a pro vedlejší pozemní komunikaci, která je místní má být úroveň kvality dopravy E. Toto hledisko je na této křižovatce splněno. Nejdelší střední doba zdržení je na dopravním proudu č.4 37,1 s.

### 7.9. Délka fronty čekajících vozidel

Délka fronty čekajících vozidel se vypočte dle vzorce [12]:

$$L_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left( a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (16)$$

kde:

$L_{95\%}$  – délka fronty čekajících vozidel [m],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$a_v$  – stupeň vytížení [-].

Jednotlivé výsledky délky front čekajících vozidel dopravních proudů:

$$L_{95\%,2} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,12 - 1 + \sqrt{(1 - 0,12)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,12}{1800}} \right) = 2,45 \text{ m}$$

$$L_{95\%,3} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,03 - 1 + \sqrt{(1 - 0,03)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,03}{1800}} \right) = 0,56 \text{ m}$$

$$L_{95\%,4} = \frac{3}{2} \cdot 140 \left( 0,31 - 1 + \sqrt{(1 - 0,31)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,31}{140}} \right) = 7,87 \text{ m}$$

$$L_{95\%,6} = \frac{3}{2} \cdot 997 \left( 0,54 - 1 + \sqrt{(1 - 0,54)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,54}{997}} \right) = 20,8 \text{ m}$$

$$L_{95\%,7} = \frac{3}{2} \cdot 1147 \left( 0,33 - 1 + \sqrt{(1 - 0,33)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,33}{1147}} \right) = 8,83 \text{ m}$$

$$L_{95\%,8} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,41 - 1 + \sqrt{(1 - 0,41)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,41}{1800}} \right) = 12,46 \text{ m}$$

## 8. Prognóza intenzit automobilové dopravy

Pro kapacitní posouzení výhledových intenzit neřízené křižovatky jsem zvolila období 10 let od současného stavu, tedy rok 2029. Prognózu automobilové dopravy jsem provedla dle *TP 225 – Prognóza automobilové dopravy (2018)* [10]. Prognózu intenzit automobilové dopravy jsem provedla dle metody jednotného součinitele růstu, která vychází z předpokladu, kdy intenzita dopravy rovnoměrně vzrůstá na stejných typech komunikací. Výhledová intenzita pro rok 2029 je odvozena z výchozí intenzity na řešené komunikaci a z koeficientu prognózy intenzity dopravy.

Koeficienty vývoje intenzity dopravy jsou děleny dle druhu vozidel, kategorie a třídy pozemní komunikace a dle kraje a vzdálenosti od krajského města.

*Tabulka 7.9.1 – Skupiny vozidel pro prognózu intenzit [10 - upraveno]*

| <b>Základní skupina vozidel</b>   | <b>Druh vozidla</b>   |
|-----------------------------------|---|
| <b>A – osobní vozidla</b>         | M – motocykly, O – osobní automobily  |
| <b>B – lehká nákladní vozidla</b> | LN – lehká nákladní vozidla   |
| <b>C – těžká vozidla</b>          | SN – střední nákladní vozidla, SNP – střední nákladní vozidla, TN – těžká nákladní vozidla, TNP – těžké nákladní vozidla s přívěsy, NSN – návěsové soupravy nákladních vozidel, A – autobusy, AK – autobusy kloubové, TR – traktory, TRP – traktory s přívěsy |

*Tabulka 7.9.2 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [10 - upraveno]*

| <b>Typ komunikace</b> | <b>Kategorie a třída pozemní komunikace</b> |
|-----------------------|---|
| <b>D</b>              | Dálnice I. a II. třídy                      |
| <b>I</b>              | silnice I. třídy                            |
| <b>II</b>             | silnice II. třídy                           |
| <b>III</b>            | silnice III. třídy                          |

Pro mnou řešenou křižovatku jsem zvolila typ komunikace III, jelikož danou křižovatkou vede silnice III. třídy v Moravskoslezském kraji ve vzdálenosti 20 km od krajského města. Prognózu dopravy jsem počítala pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť a také skupiny vozidel.

Z *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (2018)* [10] jsem vybrala koeficienty pro rok 2019 a výhledový rok 2029 dle typu komunikace III a pro skupiny vozidel. Pro skupinu A je koeficient vývoje dopravy pro rok 2019  $k_{0,A} = 1,0375$  a pro výhledový rok 2029 je koeficient

vývoje dopravy  $k_{v,A} = 1,14$ . Pro skupinu C je koeficient vývoje dopravy pro rok 2019  $k_{0,TV} = 1,0375$  a pro výhledový rok 2029 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,TV} = 1,398$ .

Výpočet výhledových intenzit dopravy daných skupin vozidel se použije vztah [10]:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (17)$$

kde:

$I_{vi}$  – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy daných skupin vozidel se využije vztah [10]:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (18)$$

kde:

$k_{vi}$  – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Tabulka 7.9.3 – Výpočty a prognóza intenzit automobilové dopravy pro rok 2029

| 15:15 -<br>16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |             |        |             | Výškovická od Výškovic (III) |                |        |             | Pavlovova (M) |             |        |             |
|------------------|------------------------------|-------------|--------|-------------|------------------------------|----------------|--------|-------------|---------------|-------------|--------|-------------|
|                  | Vpravo                       |             | Vlevo  |             | Vpravo                       |                | Vlevo  |             | Vpravo        |             | Vlevo  |             |
|                  | Osobní                       | NA +<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS | Osobní                       | NA<br>+<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS | Osobní        | NA +<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS |
| $I_0$            | 659                          | 58          | 352    | 17          | 33                           | 8              | 97     | 77          | 520           | 12          | 43     | 0           |
| $k_{0i}$         | 1,1                          | 1,35        | 1,1    | 1,35        | 1,1                          | 1,35           | 1,1    | 1,35        | 1,1           | 1,35        | 1,1    | 1,35        |
| $k_{vi}$         | 1,14                         | 1,398       | 1,14   | 1,398       | 1,14                         | 1,398          | 1,14   | 1,398       | 1,14          | 1,398       | 1,14   | 1,398       |
| $k_{pi}$         | 1,037                        | 1,037       | 1,037  | 1,037       | 1,037                        | 1,037          | 1,037  | 1,037       | 1,037         | 1,037       | 1,037  | 1,037       |
| $I_{vi}$         | 725                          | 78          | 387    | 23          | 36                           | 11             | 107    | 104         | 572           | 13          | 47     | 0           |

Prognózu automobilové dopravy jsem provedla v době špičkové hodiny pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť dle typu vozidel, viz Tabulka 8.3. Celkem za dobu 10 vzroste doprava přibližně o 227 vozidel

## **9. Mikrosimulační modely křižovatky v programu PTV VISSIM**

Celkem bylo vytvořeno osm modelů řešené křižovatky. Jedná se o modely současného stavu pro rok 2019 a pro rok 2029, dále pro variantu A pro rok 2019 a 2029, pro variantu B pro rok 2019 a 2029 a pro variantu C pro rok 2019 a 2029.

### **9.1. Postup vytvoření modelu**

Do programu PTV VISSIM jsem si vložila podklad ve formátu jpg znázorňující řešenou křižovatku Pavlovova – Výškovická v Ostravě a upravila si měřítko. Následně postupně jsem vytvářela tvar křižovatky pomocí linek a konektorů. Linky znázorňují přímý směr a konektory znázorňují odbočení. Dále jsem si nastavila konfliktní situace a určila přednosti v jízdě. Poté přes příkaz Vehicle Compositions jsem si vytvořila sloužení dopravních proudů, zvlášť pro každý paprsek, pro tramvaje, pro chodce a cyklisty. Dále vždy na začátek vjezdové linky paprsku jsem si přes příkaz Vehicle Inputs vložila počet vozidel, které vjíždějí do křižovatky případně počet tramvajů, chodců a cyklistů. V tomto příkaze jsem si dále zvolila složení dopravního proudu. Následně přes příkaz Vehicle Routes static jsem si navolila směry dopravních proudů a jejich intenzity.

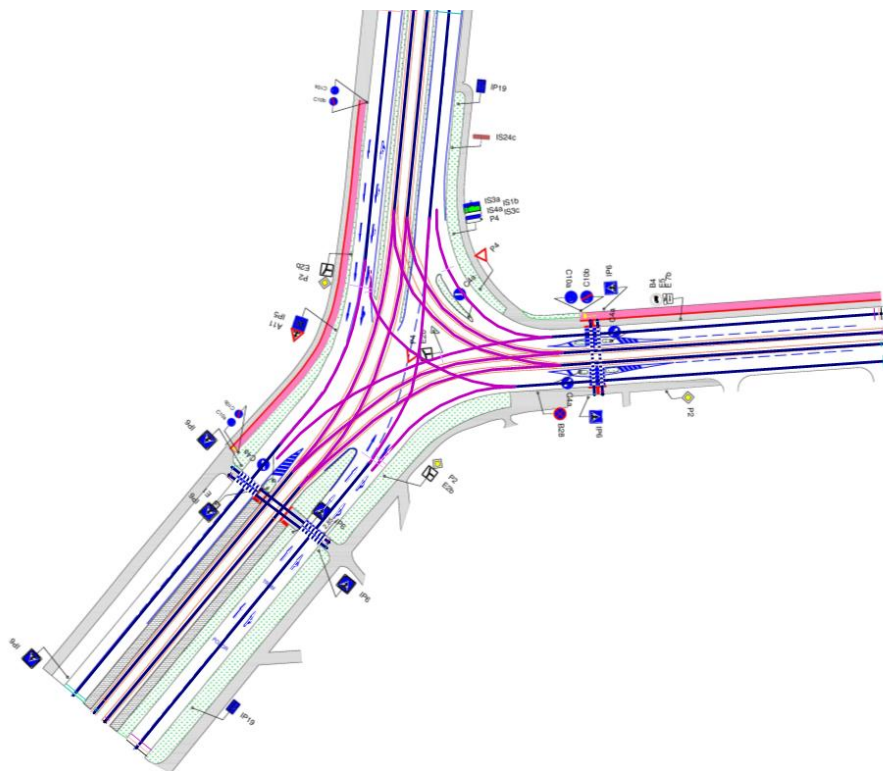
Do variant řešení jsem následně vytvořila signální skupiny Signal Controllers a vytvořila signální plán dle mých návrhů. Přes příkaz Signal Heads jsem vložila stopčáry a nastavila, kterou signální skupinou se má stopčára řídit. Navrhla jsem 3D návěstidla pro světelné zařízení.

Pro vyhodnocení vytvořených modelů jsem do modelu umístila sčítače Queue Counters a Vehicle Travel Times, díky kterým jsem sledovala chování vozidel po skončení simulace a tyto výsledné informace jsem zpracovala do grafů.

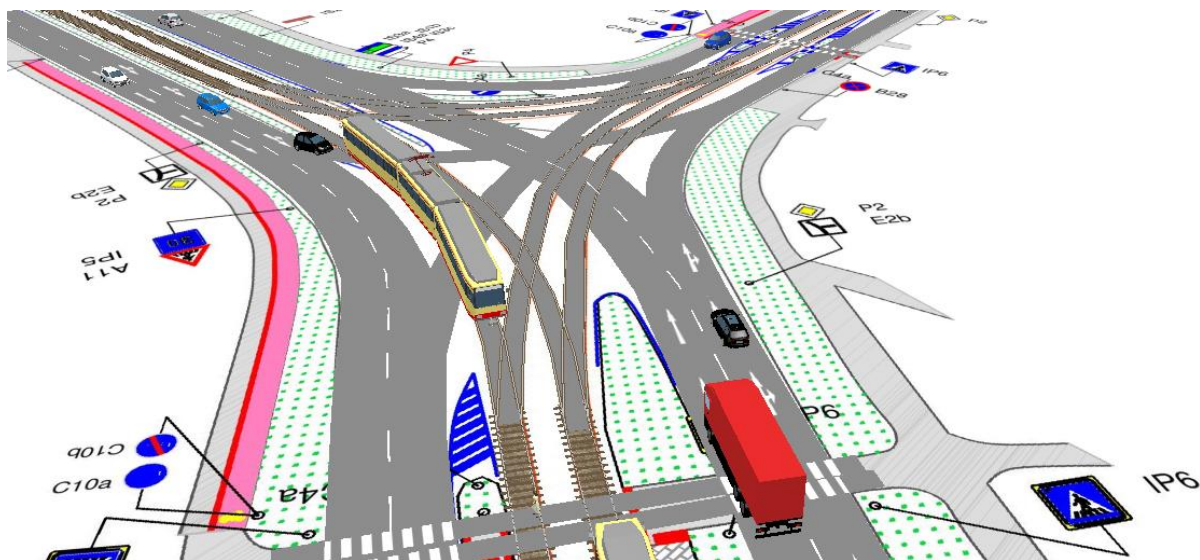
### **9.2. Současné uspořádání křižovatky**

V programu PTV VISSIM jsem vytvořila model současného uspořádání křižovatky s intenzitami pro rok 2019 a pro rok 2029. Model je zobrazen na obrázcích níže.





Obrázek 9.2.1 – Model současného uspořádání složený s linek a konektorů

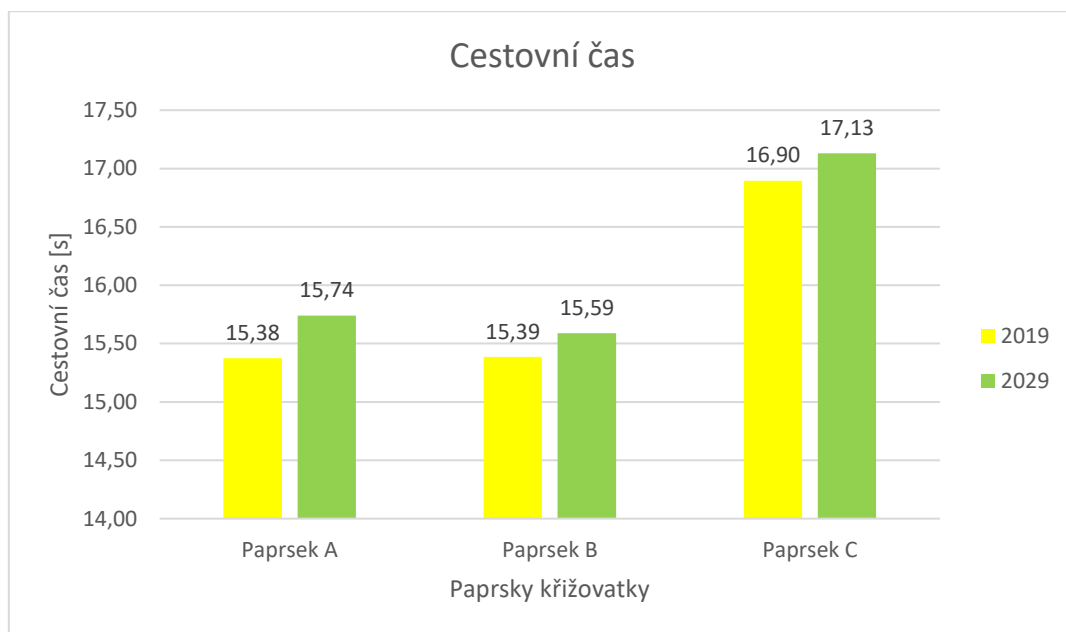


Obrázek 9.2.2 – Model současného stavu zobrazen ve 3D

Po použití sčítačů Queue Counters a Vehicle Travel Times jsem po proběhnutí simulace získala informace o cestovní době, délce fronty a doba zdržení.

### 9.2.1. Cestovní čas

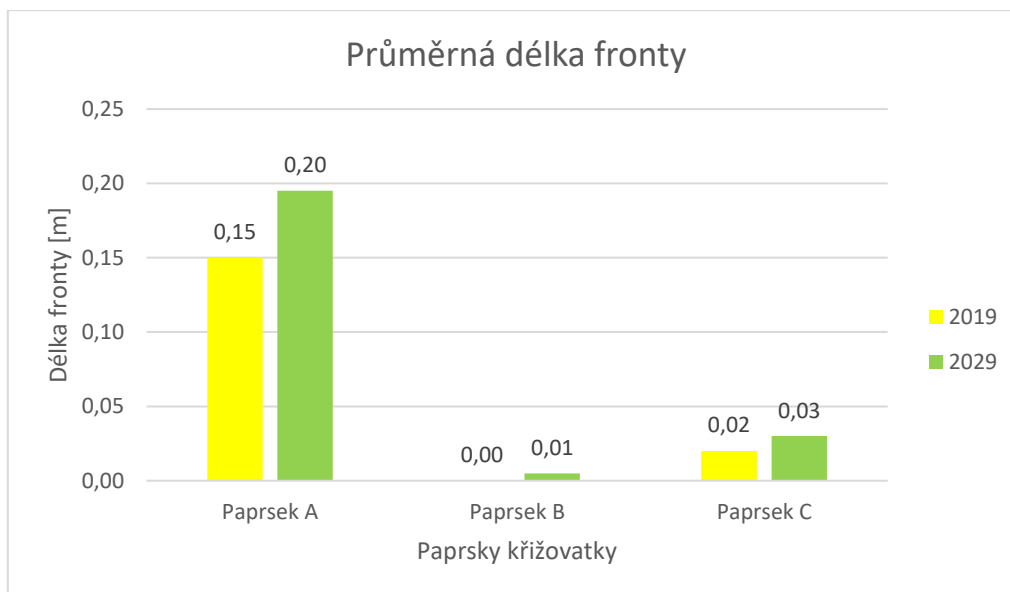
Z výsledků programu PTV VISSIM jsem vyhodnotila cestovní čas současného uspořádání pro rok 2019 a rok 2029 pro jednotlivé paprsky křižovatky. Nejmenší cestovní čas v roce 2019 je na paprsku A 15,38 a v roce 2029 je na paprsku B 15,59 s. Nejvyšší cestovní čas je na paprsku C 16,90 s pro rok 2019 a pro rok 2019 na téže paprsku je 17,13 s.



Graf 9.2.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029

### 9.2.2. Průměrná délka fronty

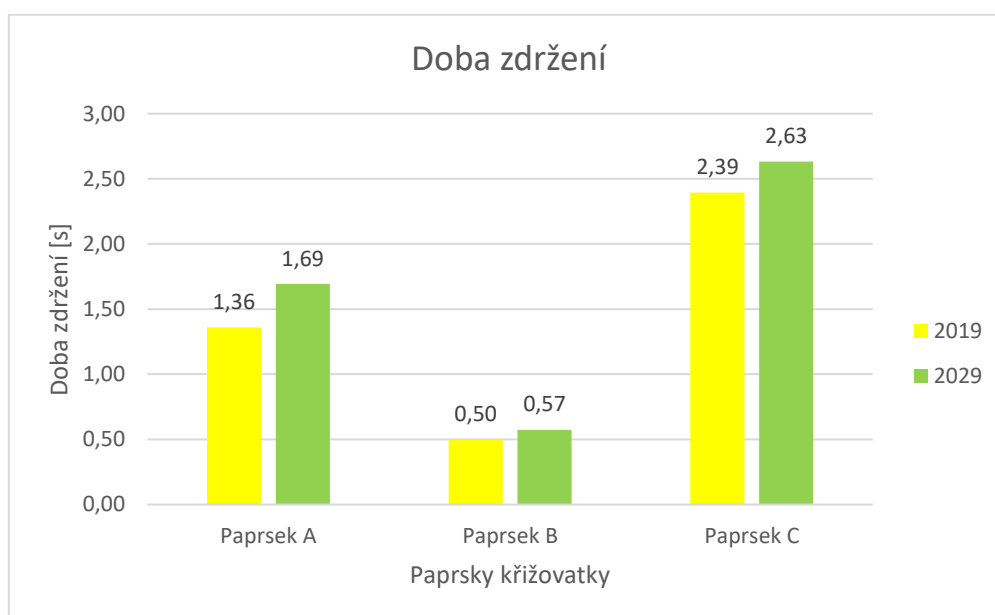
Z Grafu 9.2.2.1 vyplývá, že nejdelší průměrná délka fronty se tvoří na paprsku A pro současný rok i výhledový a nejmenší průměrná délka fronty se tvoří na paprsku B pro současný i výhledový rok.



*Graf 9.2.2 – Průměrná délka fronty získané z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029*

### 9.2.3. Doba zdržení

Z Grafu 9.2.3.1. vyplývá, že největší doba zdržení je na paprsku C pro současný i výhledový rok a nejmenší doba zdržení je na paprsku B pro rok 2019 a 2029.



*Graf 9.2.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029*

## 10. Návrhy úpravy křižovatky

Hlavním úkolem při návrhu úprav této křižovatky jsem se zabývala zvýšením bezpečnosti a také zvýšením kapacity. Navrhla jsem 3 varianty řešení pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Ve všech těchto návrzích jsem se soustředila na propojení pěších a cyklistických tras a také k omezení výskytu konfliktních situací, což je důvod, proč navrhuji ve všech návrzích přestavbu křižovatky na světelně řízenou.

V první a druhé variantě jsem navrhla propojení dělené cyklostezky mezi ulicemi Pavlovova a Výškovická, což znamená přizpůsobení přechodů pro chodce a pro cyklisty. A pro každou tuto variantu jsem navrhla jiné umístění stop čár světelně řízené křižovatky a také rozdílné rozdělení pruhů. V třetí variantě navrhuji rozšíření vjezdu paprsku A o jeden dopravní pruh, a tudíž posunutí stávající dělené cyklostezky. Tyto varianty také zahrnují úpravy přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty a dále k přestavbě na světelně řízenou křižovatku. Pro tyto varianty byl navržen pevný signální plán s tříbarevnými soustavami s plnými kruhovými signály, který bude vyhovující pro úroveň kvality dopravy pro rok 2029.

## 11. Varianty A a B – stavební úpravy a úprava dopravního značení

### Stavební úpravy

Pro první a druhou variantu navrhuji přestavbu přechodu pro chodce na přejezd pro cyklisty kombinovaný s přechodem pro chodce. Šířka přejezdu pro cyklisty je 3 m a šířka přechodu pro chodce je 3 m. Šířka středového ostrůvku na rameni C je 1,5 m, délka 6,5 m a je zakončen nárožím o poloměru 0,75 m. Déle mezi ramenem C a B je navržena dělená cyklostezka. Začíná vnitřním obloukem 2,5 m, dále pokračuje v oblouku o poloměru 50,25 m a napojuje se na přejezd pro cyklisty a přechodu pro chodce s vnitřním poloměrem 2,5 m. Šířka pásu pro cyklisty je 2 a šířka chodníku je 2 m. Tyto pásy jsou odděleny 0,3 m hmatným pásem včetně bezpečnostního odstupu. Dále navazuje přejezd pro cyklisty a přechod pro chodce přes rameno B v šířkách 3 m. Jsou navrženy bezbariérové prvky na středových ostrovech. Pro tento návrh jsem vycházela z ČNS 73 6102 - *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], TP 65 - *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [15] a TP 133 - *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [14]. Viz výkres č. 2.

### 11.1. Dopravní značení varianty A

Vodorovné a svislé dopravní značení jsem postupovala dle *TP 65 - Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [15] a *TP 133 - Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [14].

Pro variantu A byla většina vodorovného dopravního značení pouze obnovena a případně posunuta, ale na paprsku C bylo navrženo nové vodorovné dopravní značení V9a „Směrové šipky“. Bylo navrženo vodorovné dopravní značení V5 „Příčná čára souvislá“ a to vždy na každém vjezdu paprsku.

U každého přejezdu pro cyklisty a přechodu pro chodce bylo navrženo dopravní značení IP6 „Přechod pro chodce“ a IP7 „Přejezd pro cyklisty“ v celkovém množství dohromady 12 kusů. Dále bylo navrženo svislé dopravní značení C10a „Stezka pro chodce a cyklisty“. Svislé dopravní značení P2 „Hlavní pozemní komunikace“, P4 „Dej přednost v jízdě“ a E2b „Tvar křižovatky“ byly přesunuty na sloup návěstidla na všech paprscích.

Dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16] a *ČSN 73 6021 - Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel* [17] jsem navrhla světelné signalizační zařízení. Na paprsku A je umístěn sloup s hlavním návěstidlem na pravém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 7 m, na kterém jsou umístěny opakovací návěstidla a návěstidlo pro tramvaj. Na paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty na pravém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo. Na levém kraji pozemní komunikace paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Dále při pravém kraji tramvajového pásu je umístěn sloup s návěstidlem pro tramvaj a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty je umístěn také na levém kraji tramvajového pásu. Dále po obou stranách přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty na výjezdu z paprsku B je umístěn sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty a na sloupu při pravém okraji pozemní komunikace výjezdu je umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Na paprsku C u přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty je u pravého kraje pozemní komunikace umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Délka výložníku na tomto sloupu je 2,5 na kterém je opakovací návěstidlo. U levého kraje pozemní komunikace paprsku C je umístěn sloup s dvěma návěstidly pro chodce a cyklisty a návěstidlo pro tramvaj. Dále při

výjezdu z paprsku C jsou po obou stranách umístěny sloupy s návěstidly pro chodce a cyklisty a na pravém sloupu je navíc umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vpravo je umístěn sloup s návěstidlem a s výložníkem délky 2,5 m, na kterém je opakovací návěstidlo. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vlevo je umístěn sloup s návěstidlem a výložníkem délky 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo a návěstidlo pro tramvaj. Viz výkres č.3.

## 11.2. Návrh signálního plánu varianty A

Návrh signálního plánu pro současný rok byl navržen jako pevný a vycházel z aktuálních intenzit. Byl navržen dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16]. Celý výpočet je uveden v *Příloze P.3 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty A* a *Přílohy P.4 – Kapacitní výpočty varianty A*. Signální plán je uveden v *Příloze P.5 – Signální plán varianty A*. Návrh délky zelených signálu je uvedeno v Tabulce 11.2.1.

Tabulka 11.2.1 – Varianta A – Délka zelených signálů

| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | L [s] | t <sub>c</sub> [s] | z [s] |
|--------|------------|------------|-------|--------------------|-------|
| A      | Výškovická | R          | 19    | 80                 | 33    |
|        |            | R, L       |       |                    | 33    |
| B      | Výškovická | R          |       |                    | 33    |
|        |            | R, P       |       |                    | 33    |
| C      | Pavlovova  | L          |       |                    | 28    |
|        |            | P          |       |                    | 28    |

Tento návrh byl vymodelován a ověřen v programu PTV VISSIM a výsledné výstupy simulace jsou zahrnuty v hodnocení variant.

Posouzení kapacity varianty A jsem provedla dle *TP 188 – Posuzování kapacity křižovek a úseků pozemních komunikací* [12] pro současný rok a výhledový rok 2029 je uvedeno v Tabulce 11.2.2. Kapacitní výpočet pro výhledový rok 2029 je uveden v *Příloze P.12 – Kapacitní posouzení pro rok 2029*.

Tabulka 11.2.2 – Varianta A – ÚKD pro rok 2019 a 2029

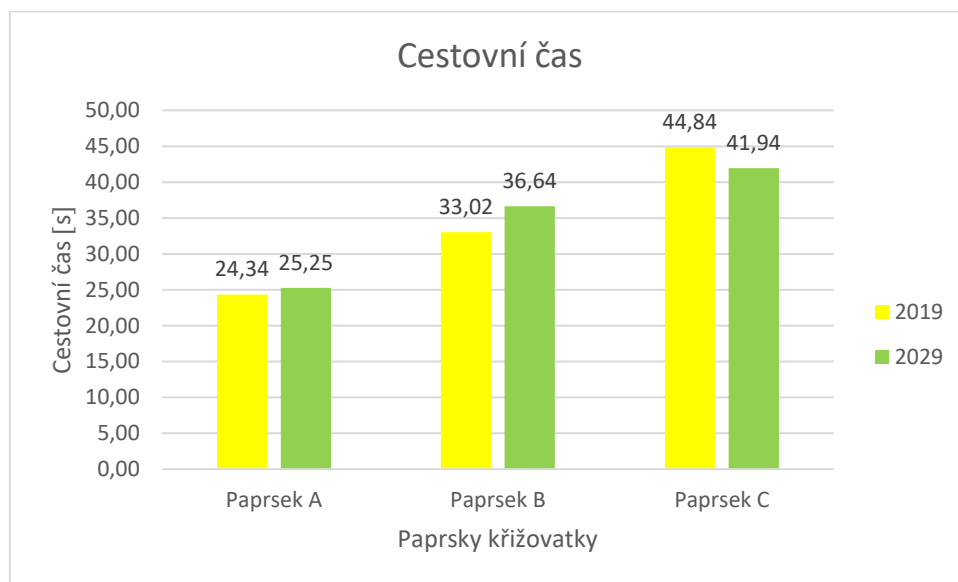
| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | Rez [%] 2019 | t <sub>w</sub> [s] 2019 | ÚKD 2019 | Rez [%] 2029 | t <sub>w</sub> [s] 2029 | ÚKD 2029 |
|--------|------------|------------|--------------|-------------------------|----------|--------------|-------------------------|----------|
| A      | Výškovická | R          | 12,27        | 34,92                   | B        | 7,73         | 45,83                   | C        |
|        |            | R, L       | 42,33        | 19,04                   | A        | 29,2         | 22,41                   | B        |
| B      | Výškovická | R          | 76,27        | 14,45                   | A        | 72,93        | 14,79                   | A        |
|        |            | R, P       | 87,06        | 13,45                   | A        | 84,9         | 10,93                   | A        |
| C      | Pavlovova  | L          | 20,47        | 30,35                   | B        | 12,81        | 38,12                   | C        |
|        |            | P          | 93,86        | 15,70                   | A        | 93,28        | 15,74                   | A        |

Varianta A s navrženým signálním plánem je vyhovující pro současný i výhledový rok 2029 na základě ČNS 73 6102 - *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], kde pro silnici 3. třídy a místní komunikace je vyžadována úroveň kvality dopravy E.

### 11.3. Vyhodnocení varianty A v programu PTV VISSIM

#### 11.3.1. Cestovní čas

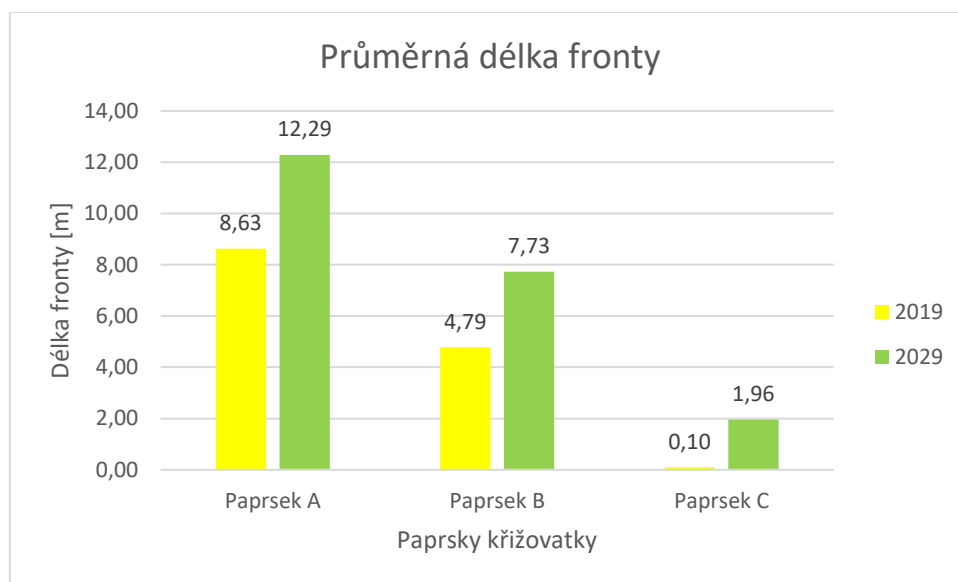
Z Grafu 11.3.1. vyplývá, že nejdelší cestovní čas je na paprsku C pro současný rok a výhledový rok. Nejnížší cestovní doba je na paprsku A pro rok 2019 a rok 2029



Graf 11.3.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029

### 11.3.2. Průměrná délka fronty

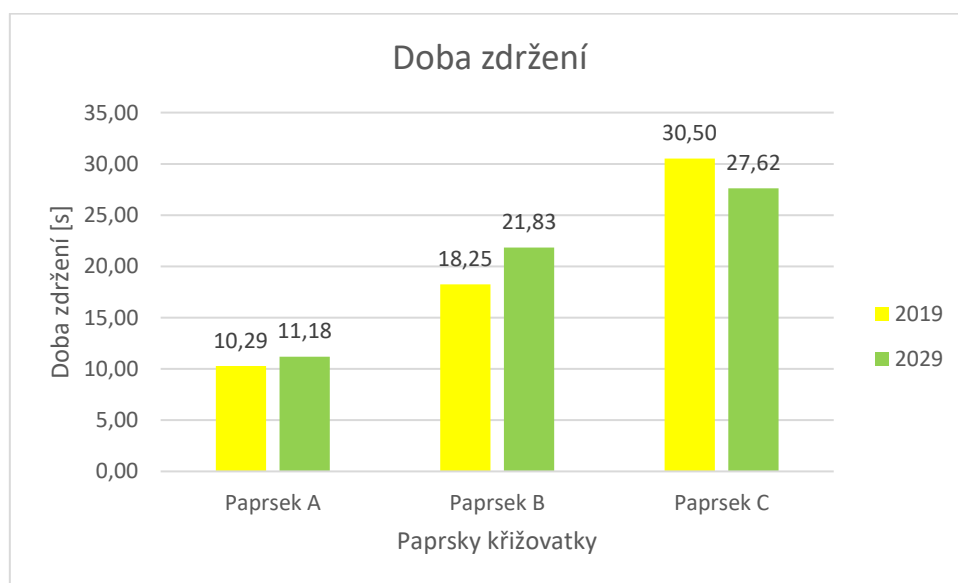
Z Grafu 11.3.2. vyplývá, že nejdelší průměrná délka fronty je na paprsku A. Pro rok 2019 to je 8,63 m a pro rok 2029 je to 12,29 m. Nejnižší průměrná délka fronty je na paprsku C, což pro rok 2019 činí 0,10 m a pro rok 1,96 m, což není délka ani jednoho vozidla.



Graf 11.3.2 – Průměrná délka fronty získaná z modelů pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029

### 11.3.3. Doba zdržení

Nejvyšší doba zdržení je na paprsku C pro současný i výhledový rok a nejnižší doba zdržení je na paprsku A pro současný i výhledový rok. Více viz Graf 11.3.3.



Graf 11.3.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029



#### 11.4. Dopravní značení varianty B

Vodorovné a svislé dopravní značení jsem postupovala dle *TP 65 - Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [15] a *TP 133 - Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [14].

Pro variantu B byla většina vodorovného dopravního značení pouze obnovena a případně posunuta, ale na paprsku C bylo navrženo nové vodorovné dopravní značení V9a „Směrové šipky“. Bylo navrženo vodorovné dopravní značení V5 „Příčná čára souvislá“ a to vždy na každém vjezdu paprsku.

U každého přejezdu pro cyklisty a přechodu pro chodce bylo navrženo dopravní značení IP6 „Přechod pro chodce“ a IP7 „Přejezd pro cyklisty“ v celkovém množství dohromady 12 kusů. Dále bylo navrženo svislé dopravní značení C10a „Stezka pro chodce a cyklisty“. Svislé dopravní značení P2 „Hlavní pozemní komunikace“, P4 „Dej přednost v jízdě“ a E2b „Tvar křižovatky“ byly přesunuty na sloup návěstidla na všech paprscích.

Dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16] a *ČSN 73 6021 - Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel* [17] jsem navrhla světelné signalizační zařízení. Na paprsku A je umístěn sloup s hlavním návěstidlem na levém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 3 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo a návěstidlo pro tramvaj. Dále ve směru jízdy je při pravém kraji pozemní komunikace pro směr přímo umístěn sloup s návěstidlem a výložník délky 3 m s opakovacím návěstidlem. Na paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty na pravém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo. Na levém kraji pozemní komunikace paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Dále při pravém kraji tramvajového pásu je umístěn sloup s návěstidlem pro tramvaj a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty je umístěn také na levém kraji tramvajového pásu. Dále po obou stranách přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty na výjezdu z paprsku B je umístěn sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty a na sloupu při pravém okraji pozemní komunikace výjezdu je umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Na paprsku C u přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty je u pravého kraje pozemní komunikace umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Délka výložníku na tomto sloupu je 2,5 na

kterém je opakovací návěstidlo. U levého kraje pozemní komunikace paprsku C je umístěn sloup s dvěma návěstidly pro chodce a cyklisty a návěstidlo pro tramvaj. Dále při výjezdu z paprsku C jsou po obou stranách umístěny sloupy s návěstidly pro chodce a cyklisty a na pravém sloupu je navíc umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vpravo je umístěn sloup s návěstidlem a s výložníkem délky 2,5 m, na kterém je opakovací návěstidlo. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vlevo je umístěn sloup s návěstidlem a výložníkem délky 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo a návěstidlo pro tramvaj. Viz výkres č.4.

### 11.5. Návrh signálního plánu varianty B

Návrh signálního plánu pro současný rok byl navržen jako pevný a vycházel z aktuálních intenzit. Byl navržen dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16]. Celý výpočet je uveden v *Příloze P.6 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty B* a *Přílohy P.7 – Kapacitní výpočty varianty B*. Signální plán je uveden v *Příloze P.8 – Signální plán varianta B*. Návrh délky zelených signálu je uvedeno v Tabulce 11.5.1.

Tabulka 11.5.1 – Varianta B – Délky zelených signálů

| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | L [s] | t <sub>c</sub> [s] | z [s] |
|--------|------------|------------|-------|--------------------|-------|
| A      | Výškovická | R          | 14    | 70                 | 32    |
|        |            | L          |       |                    | 32    |
| B      | Výškovická | R          |       |                    | 32    |
|        |            | P          |       |                    | 32    |
| C      | Pavlovova  | L          |       |                    | 24    |
|        |            | P          |       |                    | 24    |

Tento návrh byl vymodelován a ověřen v programu PTV VISSIM a výsledné výstupy simulace jsou zahrnuty v hodnocení variant.

Posouzení kapacity varianty B jsem provedla dle *TP 188 – Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací* [12] pro současný rok a výhledový rok 2029 je uvedeno v Tabulce 11.5.2. Kapacitní výpočet pro výhledový rok 2029 je uveden v *Příloze P.12 – Kapacitní posouzení pro rok 2029*.

Tabulka 11.5.2 – Varianta B – ÚKD pro rok 2019 a 2029

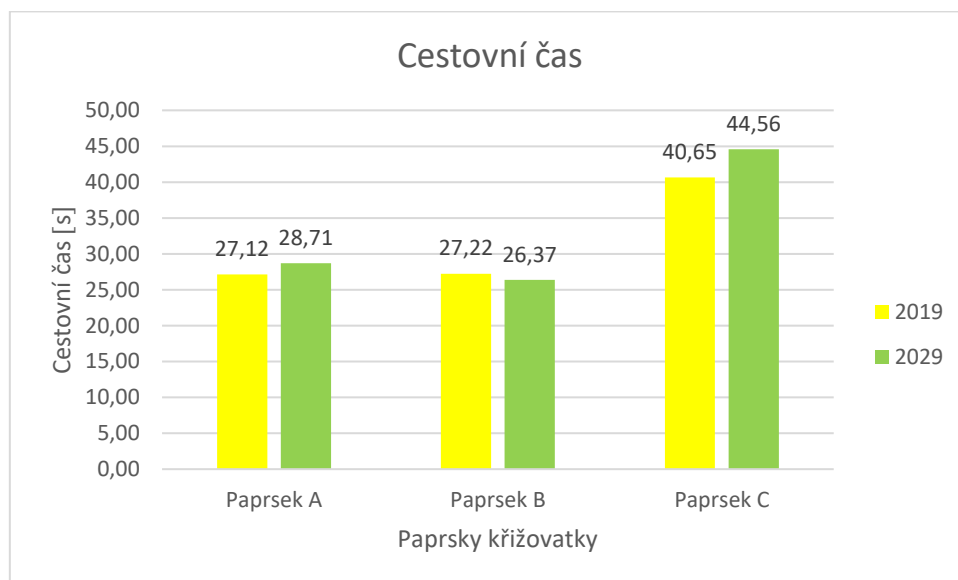
| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | Rez [%] 2019 | tw [s] 2019 | ÚKD 2019 | Rez [%] 2029 | tw [s] 2029 | ÚKD 2029 |
|--------|------------|------------|--------------|-------------|----------|--------------|-------------|----------|
| A      | Výškovická | R          | 17,07        | 23,56       | B        | 7,88         | 36,76       | C        |
|        |            | L          | 57,90        | 12,80       | A        | 53,37        | 13,36       | A        |
| B      | Výškovická | R          | 75,05        | 11,07       | A        | 71,23        | 11,40       | A        |
|        |            | P          | 94,86        | 9,60        | A        | 94,20        | 9,64        | A        |
| C      | Pavlovova  | L          | 18,80        | 29,37       | B        | 10,98        | 39,34       | C        |
|        |            | P          | 93,72        | 14,04       | A        | 93,13        | 14,10       | A        |

Varianta A s navrženým signálním plánem je vyhovující pro současný i výhledový rok 2029 na základě ČNS 73 6102 - *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], kde pro silnici 3. třídy a místní komunikace je vyžadována úroveň kvality dopravy E.

## 11.6. Vyhodnocení varianty B v programu PTV VISSIM

### 11.6.1. Cestovní čas

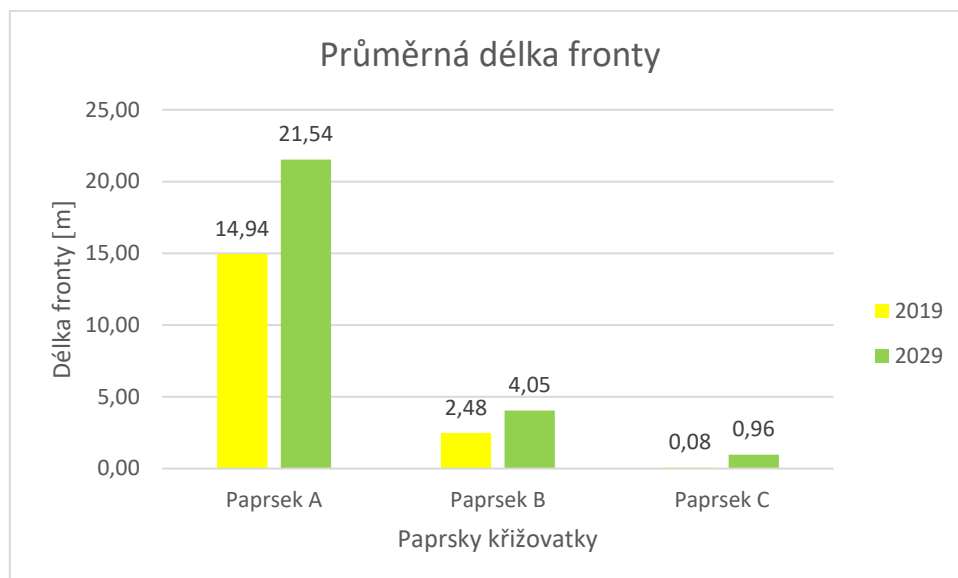
Z Grafu 11.6.1. vyplývá, že nejdelší cestovní doba je na paprsku C pro rok 2019 a rok 2019 a dále na paprsku A a B jsou cestovní doby vyrovnané.



Graf 11.6.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029

### 11.6.2. Průměrná délka fronty

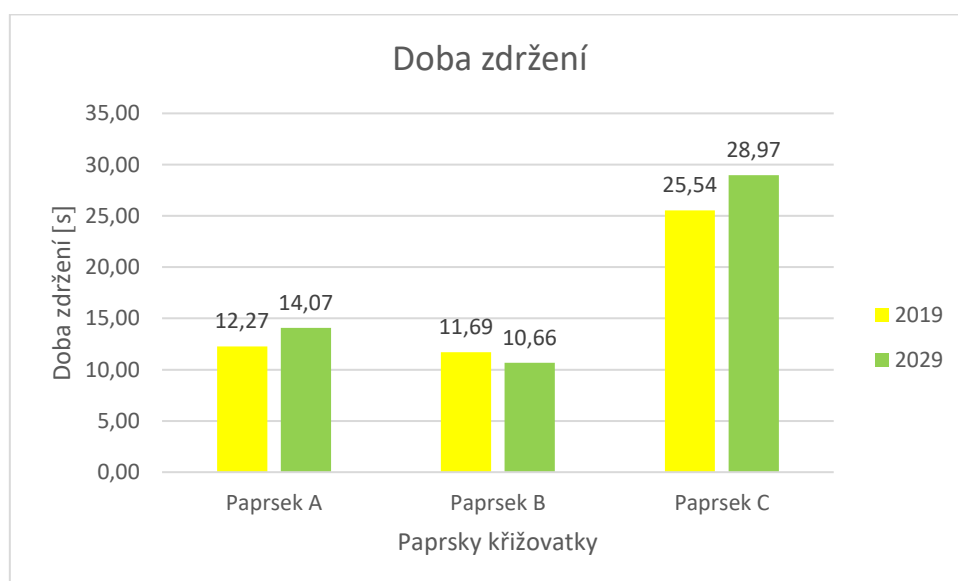
Nejvyšší průměrná délka fronty je na paprsku A, pro rok 2019 je to 14,94 m a pro rok 2029 je to 21,54 m. Nejmenší průměrná délka fronty je na paprsku C. Více viz Graf 11.6.2.



Graf 11.6.2 – Průměrná délka fronty získaná z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029

### 11.6.3. Doba zdržení

Nejvyšší doba zdržení je na paprsku C a na paprscích A a B jsou doby zdržení vyrovnané. Více viz. Graf 11.6.3.



Graf 11.6.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029

## 12. Varianta C – přidání pruhu

Ve variantě C navrhuji přidat dopravní pruh pro přímý vjezd na paprsku A pro směr jízdy přímo z důvodu zvýšení kapacity pro budoucí posouzení křižovatky. Tato úprava znamená, že nově vybudovaná cyklostezka na tomto paprsku bude posunuta.

### Stavební úpravy

Přidaný pruh pro jízdu přímo bude mít šířku 3,25 m a délku 72 m. Poloměry nároží mají poloměry 10 m a 50 m. Posunutá cyklostezka od vozovky bude ve vzdálenosti 1 m. Šířka pásu pro cyklisty a pro chodce je 1,5 m a jsou odděleny hmatným pásem šířky 0,3 m.

### Dopravní značení

Vodorovné a svislé dopravní značení jsem postupovala dle *TP 65 - Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [15] a *TP 133 - Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [14].

Pro variantu C bylo navrženo nové vodorovné dopravní značení V9a „Směrové šipky“ vjezdu paprsku A. Na paprsku A bylo dále navrženo vodorovné dopravní značení V1a „Podélná čára souvislá“ v délce 30 m mezi dopravnímu pruhu přímo a dále pokračuje vodorovné dopravní značení V2b „Podélná čára přerušovaná“. Bylo navrženo vodorovné dopravní značení V5 „Příčná čára souvislá“ a to vždy na každém vjezdu paprsku. Po dopravním značení V5 pokračuje značení V2b „Podélná čára přerušovaná“ až přejezd pro cyklisty a dopravní stín. Délka na paprsku C v pravém jízdním pruhu je upraveno vodorovné dopravní značení V9a „Směrové šipky“.

U každého přejezdu pro cyklisty a přechodu pro chodce bylo navrženo dopravní značení IP6 „Přechod pro chodce“ a IP7 „Přejezd pro cyklisty“ v celkovém množství dohromady 12 kusů. Dále bylo navrženo svislé dopravní značení C10a „Stezka pro chodce a cyklisty“. Svislé dopravní značení P2 „Hlavní pozemní komunikace“, P4 „Dej přednost v jízdě“ a E2b „Tvar křižovatky“ byli přesunuty na sloup návěstidla na všech paprscích, kromě paprsku A, kde bylo toto svislé dopravní značení posunuto. Dopravní značení A11 „Pozor, přechod pro chodce“ a IP5 „Doporučená rychlost 30“ bylo přesunuto travnatého pásu. Viz více výkres č.5.

Dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16] a *ČSN 73 6021 - Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel*

[17] jsem navrhla světelné signalizační zařízení. Na paprsku A je umístěn sloup s hlavním návěstidlem na levém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 2,5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo a návěstidlo pro tramvaj. Dále ve směru jízdy je při pravém kraji pozemní komunikace pro směr přímo umístěn sloup s návěstidlem a výložník délky 5 m s opakovacími návěstidly. Na paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty na pravém kraji pozemní komunikace s délkou výložníku 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo. Na levém kraji pozemní komunikace paprsku B je umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Dále při pravém kraji tramvajového pásu je umístěn sloup s návěstidlem pro tramvaj a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty je umístěno také na levém kraji tramvajového pásu. Dále po obou stranách přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty na výjezdu z paprsku B je umístěn sloup s návěstidlem pro chodce a cyklisty a na sloupu při pravém okraji pozemní komunikace výjezdu je umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Na paprsku C u přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty je u pravého kraje pozemní komunikace umístěn sloup s hlavním návěstidlem a s návěstidlem pro chodce a cyklisty. Délka výložníku na tomto sloupu je 2,5 na kterém je opakovací návěstidlo. U levého kraje pozemní komunikace paprsku C je umístěn sloup s dvěma návěstidly pro chodce a cyklisty a návěstidlo pro tramvaj. Dále při výjezdu z paprsku C jsou po obou stranách umístěny sloupy s návěstidly pro chodce a cyklisty a na pravém sloupu je navíc umístěno návěstidlo se signálem S7 „Signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce“. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vpravo je umístěn sloup s návěstidlem a s výložníkem délky 2,5 m, na kterém je opakovací návěstidlo. Při výjezdu dopravního proudu vozidel z paprsku C vlevo je umístěn sloup s návěstidlem a výložníkem délky 5 m, na kterém je umístěno opakovací návěstidlo a návěstidlo pro tramvaj. Viz výkres č.6.

### **12.1. Návrh signálního plánu varianty C**

Návrh signálního plánu pro současný rok byl navržen jako pevný a vycházel z aktuálních intenzit. Byl navržen dle *TP 81 - Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [16]. Celý výpočet je uveden v *Příloze P.9 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty C* a *Přílohy P.10 – Kapacitní výpočty varianty C*. Signální plán je uveden v *Příloze P.11 – Signální plán varianty C*. Návrh délky zelených signálu je uvedeno v Tabulce 12.1.1.

Tabulka 12.1.1– Varianta C – Délky zelených signálů

| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | L [s] | t <sub>c</sub> [s] | z [s] |
|--------|------------|------------|-------|--------------------|-------|
| A      | Výškovická | R, R       | 14    | 50                 | 15    |
|        |            | L          |       |                    | 15    |
| B      | Výškovická | R          |       |                    | 15    |
|        |            | P          |       |                    | 15    |
| C      | Pavlovova  | L          |       |                    | 21    |
|        |            | P          |       |                    | 21    |

Tento návrh byl vymodelován a ověřen v programu PTV VISSIM a výsledné výstupy simulace jsou zahrnuty v hodnocení variant.

Posouzení kapacity varianty B jsem provedla dle *TP 188 – Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací* [12] pro současný rok a výhledový rok 2029 je uvedeno v Tabulce 12.1.2. Kapacitní výpočet pro výhledový rok 2029 je uveden v *Příloze P.12 – Kapacitní posouzení pro rok 2029*.

Tabulka 12.1.2 – Varianta C – ÚKD pro rok 2019 a 2029

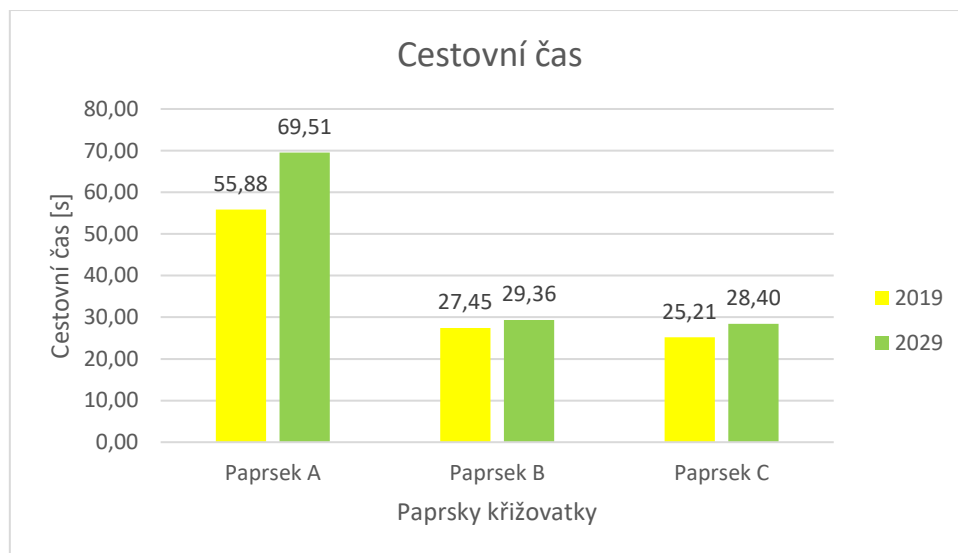
| Rameno | Ulice      | Směr jízdy | Rez [%]<br>2019 | t <sub>w</sub> [s]<br>2019 | ÚKD<br>2019 | Rez [%]<br>2029 | t <sub>w</sub> [s]<br>2029 | ÚKD<br>2029 |
|--------|------------|------------|-----------------|----------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| A      | Výškovická | R, R       | 36,83           | 15,92                      | A           | 29,83           | 17,14                      | A           |
|        |            | L          | 35,86           | 18,53                      | A           | 28,96           | 20,70                      | B           |
| B      | Výškovická | R          | 62              | 13,39                      | A           | 56,17           | 14,80                      | A           |
|        |            | P          | 92,17           | 14,14                      | A           | 91,16           | 11,59                      | A           |
| C      | Pavlovova  | L          | 94,88           | 7,83                       | A           | 94,40           | 7,86                       | A           |
|        |            | P          | 33,66           | 14,41                      | A           | 27,27           | 16,21                      | A           |

Varianta A s navrženým signálním plánem je vyhovující pro současný i výhledový rok 2029 na základě *ČNS 73 6102 - Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], kde pro silnici 3. třídy a místní komunikace je vyžadována úroveň kvality dopravy E.

## 12.2. Vyhodnocení varianty C v programu PTV VISSIM

### 12.2.1. Cestovní čas

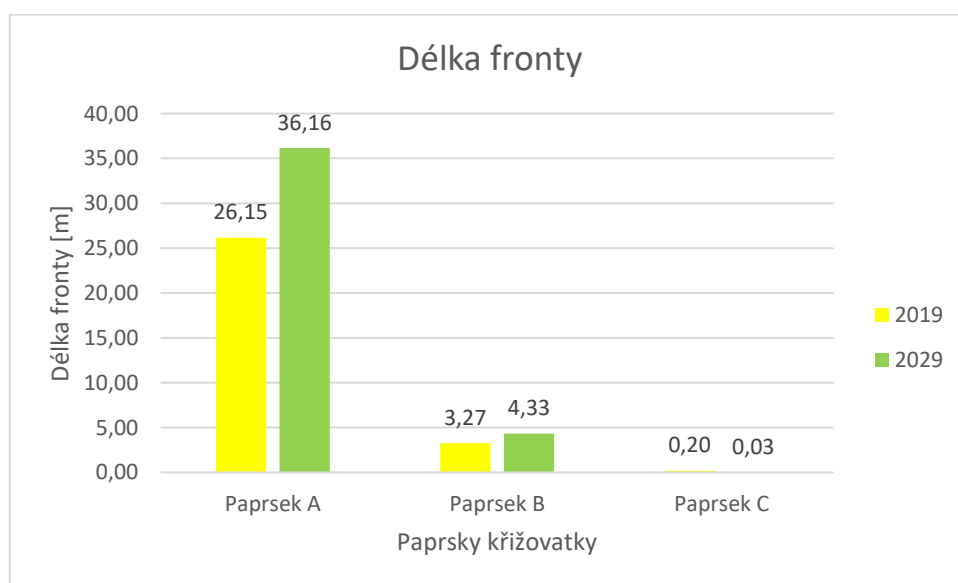
Cestovní čas je nejvyšší na paprsku A a na paprscích B a C je cestovní čas podobný. Více viz Graf 12.2.1.



Graf 12.2.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029

### 12.2.2. Délka fronty

Nejdelší fronta je na paprsku A. Pro rok 2019 je to 26,15 m a pro rok 2029 36,16 m. Na paprsku C je délka fronty téměř nulová. Více viz Graf 12.2.2.

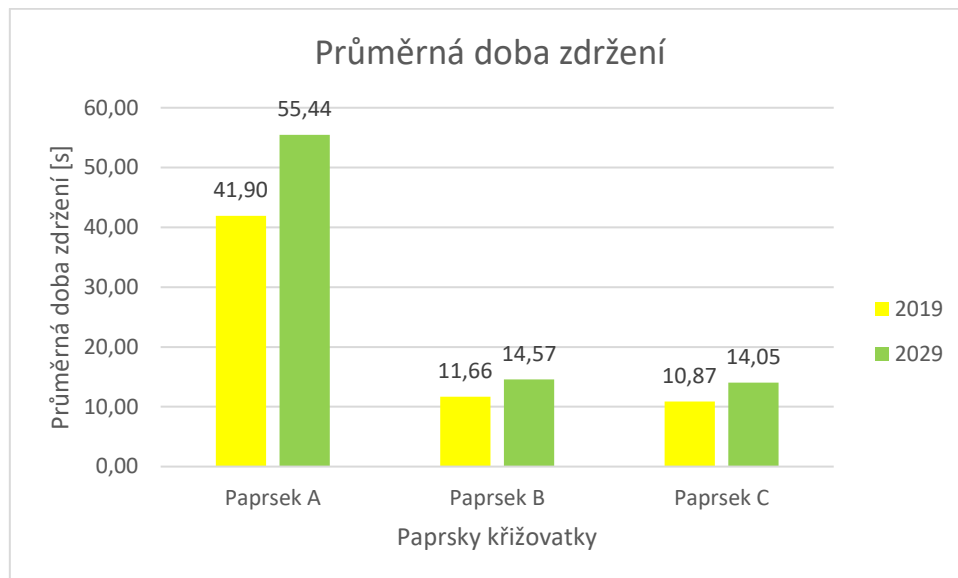


Graf 12.2.2 – Délka fronty získaná z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029



### 12.2.3. Doba zdržení

Nejvyšší průměrná doba zdržení je na paprsku A, pro rok 2019 je to 41,90 s a pro rok 2029 je to 55,44 s. Na paprsku B a C je průměrná doba zdržení podobná. Více viz Graf 12.2.3.



Graf 12.2.3 – Průměrná doba zdržení získaná z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029

### 13. Porovnání variant

#### 13.1. Porovnání variant dle kapacitních výpočtů

V rámci porovnání variant dle kapacitních výpočtu byly srovnány úrovně kvality dopravy jednotlivých dopravních proudů. Původní stav byl porovnán z roku 2019 a z roku 2029 a následně vždy mnou navržené tři varianty řešení pro rok 2019 a rok 2029. Úrovně kvality dopravy jsou uvedeny v Tabulce 13.1.1.

Tabulka 13.1.1 – Srovnání úrovní kvality dopravy všech variant

| Dopravní proudy | Stav           | Stávající stav |      | Varianta A |      | Varianta B |      | Varianta C |      |
|-----------------|----------------|----------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                 | Intenzity      | 2019           | 2029 | 2019       | 2029 | 2019       | 2029 | 2019       | 2029 |
|                 | Typ křižovatky | Neřízené       |      | Řízené     |      | Řízené     |      | řízené     |      |
|                 | VA             | A              | A    | B          | C    | B          | C    | A          | A    |
|                 | VAL            | A              | A    | A          | B    | A          | A    | A          | B    |
|                 | VB             | A              | A    | A          | A    | A          | A    | A          | A    |
|                 | VBP            | A              | A    | A          | A    | A          | A    | A          | A    |
| Dopravní proudy | VCL            | D              | F    | B          | C    | B          | C    | A          | A    |
|                 | VCP            | A              | A    | A          | A    | A          | A    | A          | A    |

Dle srovnání úrovní kvality dopravy pro varianty vychází nejlépe pro současný rok varianta C a taktéž pro rok 2029. Tato varianta zahrnuje přidání dopravního pruhu na paprsku A a přestavbu na světelně řízenou křižovatku.

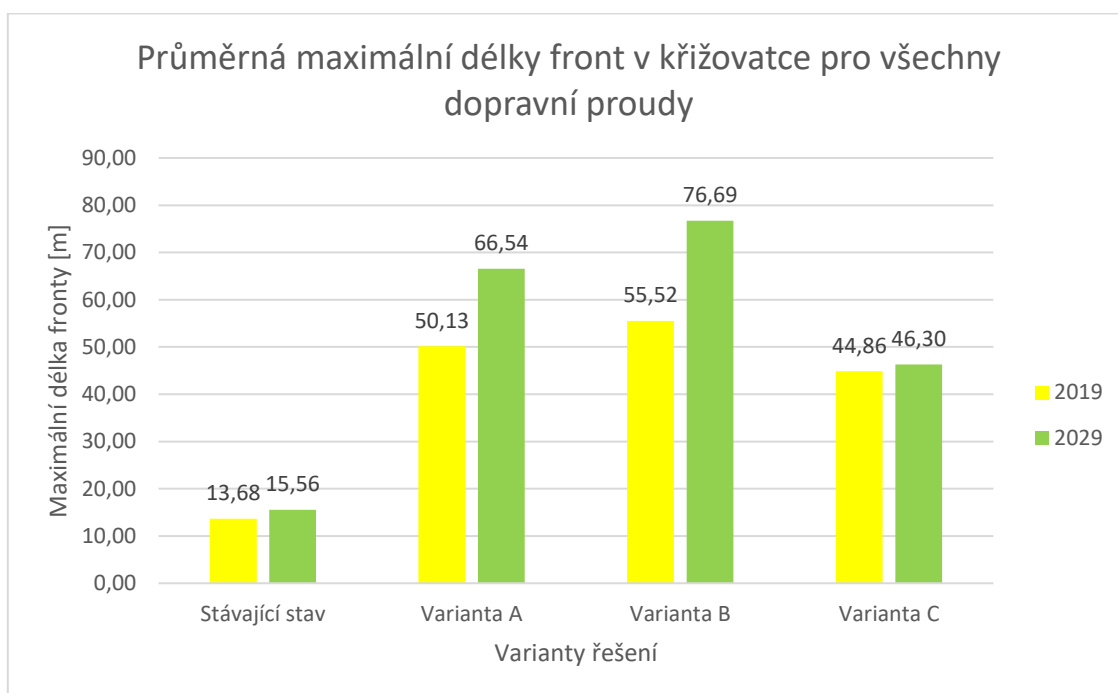
Ostatní navržené varianty by bylo taktéž vyhovující, ale pro vzrůstající intenzity lze brát variantu C jako nejdéle vhodnější řešení i do budoucna.

#### 13.2. Porovnání variant dle programu PTV VISSIM

Každá varianta řešení i současný stav křižovatky byl vymodelovaný v programu PTV VISSIM s intenzitami pro rok 2019 a rok 2029. Pomocí příkazů „Queue Counter“ a „Vehicle Travel Times“ jsem získala výsledky pro porovnání hodnot průměrné maximální délky fronty, průměrné délky fronty, průměrného počtu zastavení, průměrného zdržení a cestovní čas.

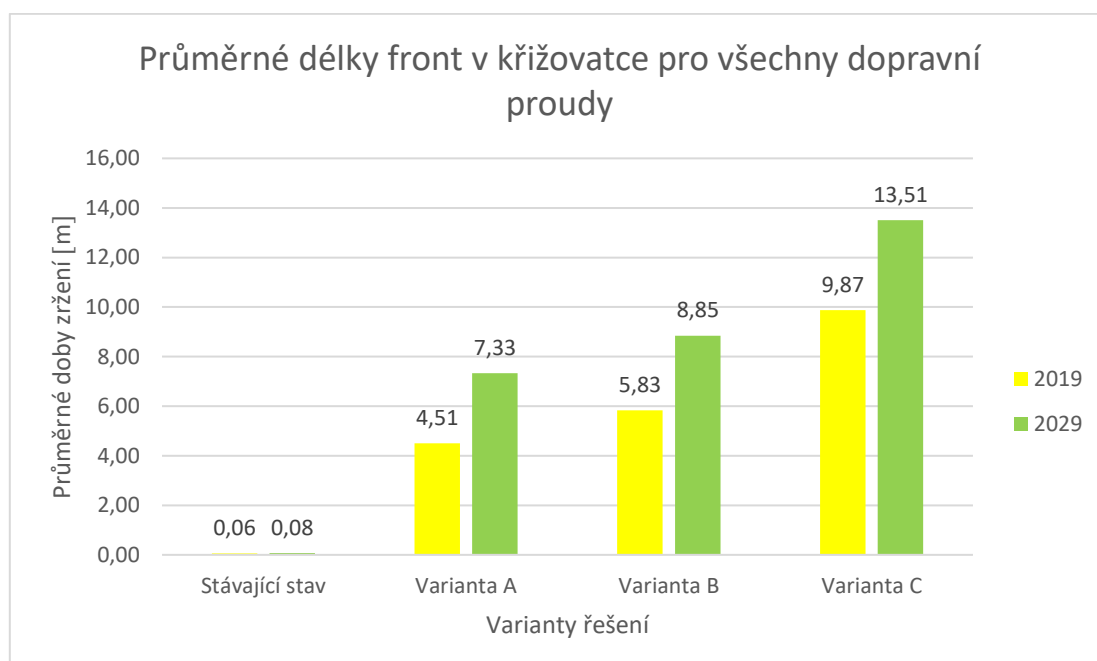
Průměrná maximální délka fronty je na Grafu 13.2.1, kde nejvyšší průměrná maximální délka fronty je ve variantě B v roce 2029 a následně ve variantě A. Z variant řešení má nejmenší průměrnou maximální délku fronty varianta C pro stávající i výhledový rok.

Graf 13.2.1 - Průměrná maximální délka front v křižovatce pro všechny dopravní proudy



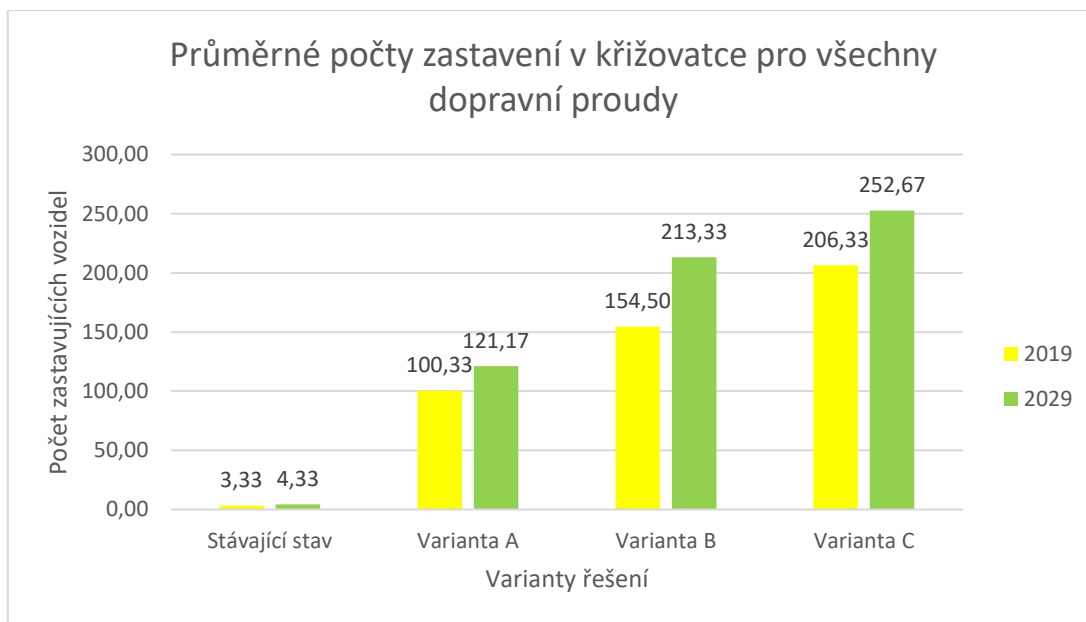
Nejvyšší průměrnou délku fronty je ve variantě C pro současný i výhledový rok. Nejkratší průměrnou délku fronty má varianta A. Hodnoty jsou znázorněny v Grafu 13.2.2.

Graf 13.2.2 – Průměrné délky front v křižovatce pro všechny dopravní proudy



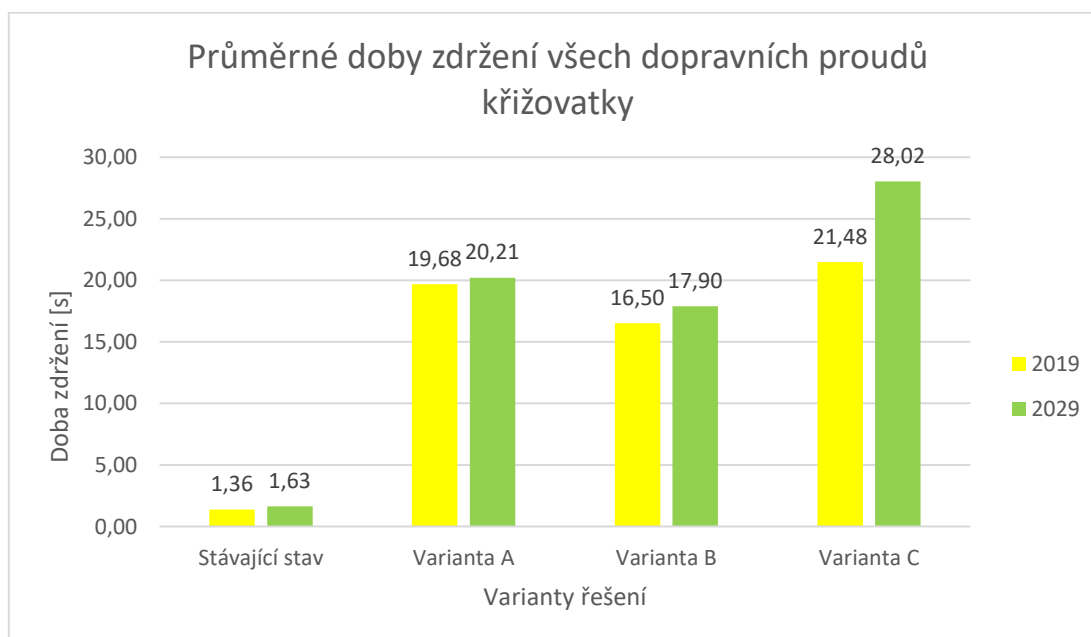
Nejvyšší počet zastavení má varianta C, což může být způsobeno nejkratší délkou navrhovaného cyklu. Nejkratší počet zastavení v křižovatce je ve variantě A. Hodnoty jsou zobrazeny v Grafu 13.2.3.

Graf 13.2.3 – Průměrné počty zastavení v křižovatce pro všechny dopravní proudy



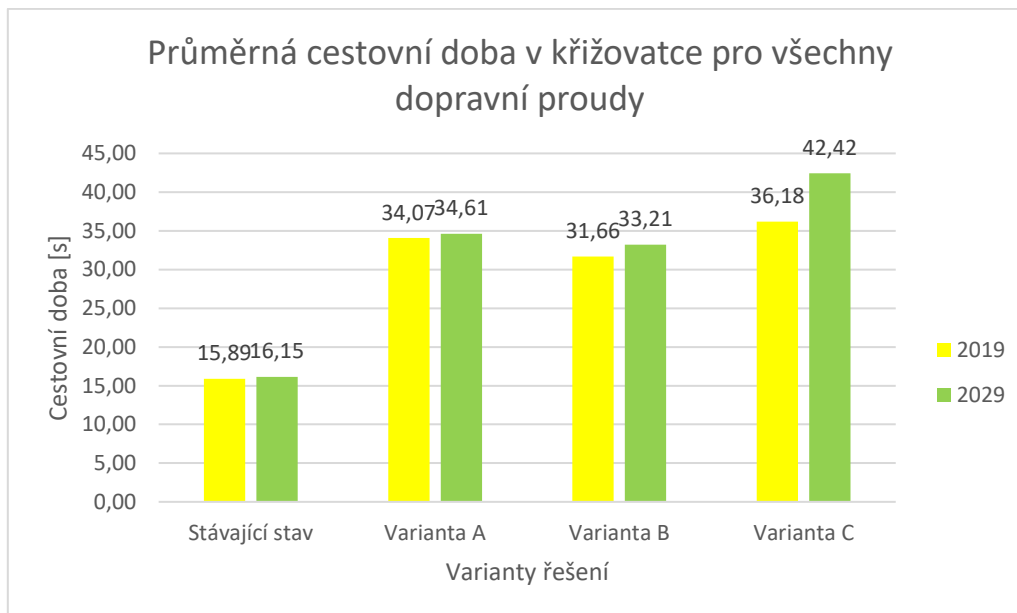
Nejvyšší průměrnou dobu zdržení je ve variantě C, v roce 2019 to činí 21,48 s a v roce 2029 to je 28,02 s. Nejnižší dobu zdržení je ve variantě B, v roce 2019 je to 16,50 s a v roce 2029 to je 17,90 s. Více je uvedeno v Grafu 13.2.4.

Graf 13.2.4 – Průměrné doby zdržení všech dopravních proudů křižovatky



Ve variantě A a B jsou cestovní doby téměř shodné. U varianty C jsou tyto hodnoty vyšší. Více v Grafu 13.2.5.

*Graf 13.2.5 – Průměrná cestovní doba v křižovatce pro všechny dopravní proudy*



### 13.3. Multikriteriální hodnocení

Pro zhodnocení variant řešení jsem použila multikriteriální hodnocení, aby bylo docíleno objektivního zhodnocení dle daných kritérií. V úvahu byly brány tyto kritéria:

- bezpečnost,
- finanční náklady,
- náročnost výstavby,
- kapacitní posouzení,
- PTV VISSIM – průměrná maximální délka fronty,
- PTV VISSIM – průměrná délka fronty,
- PTV VISSIM – průměrný počet zastavení,
- PTV VISSIM – průměrné zdržení,
- PTV VISSIM – cestovní čas,
- individuální posouzení.

Pro určení váhy kritéria jsem využila metodu preferenčního pořadí a následně jsem všechny tři navržené varianty řešení porovnávala metodou dílčího ohodnocení. Metoda preferenčního pořadí byla využita významná kritéria, kde první místo je nejvýznamnější kritérium a

posledním kritérium je nejméně významné. Váhy kritérií dle metody preferenčního pořadí jsou v Tabulce 13.2.1.

Pro výpočet nenormované váhy je použit vztah [19]:

$$k_i = n + 1 - p_i \quad (19)$$

kde:

$k_i$  – nenormovaná váha kritéria [-],

$n$  – počet kritérií [-],

$p_i$  – pořadí i-tého kritéria v jeho preferenčním uspořádání [-].

Normovaná váha se vypočítá dle vztahu [19]:

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (20)$$

kde:

$v_i$  – normovaná váha i-tého kritéria [-],

$n$  – počet kritérií [-],

$k_i$  – nenormovaná váha kritéria [-].

*Tabulka 13.3.1 – Váhy kritérií metodou preferenčního pořadí*

| Pořadí        | Kritérium                                    | $k_i$ [-] | $v_i$ [-]   |
|---------------|--|-----------|-------------|
| 1             | Bezpečnost                                   | 10        | 0,1818      |
| 2             | Finanční náklady                             | 9         | 0,1636      |
| 3             | Náročnost výstavby                           | 8         | 0,1455      |
| 4             | Kapacitní posouzení                          | 7         | 0,1272      |
| 5             | PTV VISSIM – průměrná maximální délka fronty | 6         | 0,1092      |
| 6             | PTV VISSIM – průměrná délka fronty           | 5         | 0,0909      |
| 7             | PTV VISSIM – průměrný počet zastavení        | 4         | 0,0727      |
| 8             | PTV VISSIM – průměrné zdržení                | 3         | 0,0545      |
| 9             | PTV VISSIM – cestovní čas                    | 2         | 0,0364      |
| 10            | Individuální posouzení                       | 1         | 0,0182      |
| <b>Součet</b> | -  | <b>55</b> | <b>1,00</b> |

Poté jsem každé jedné variantě přiřadila body, kdy bod „3“ znamená nejlepší a bod „1“ nejhorší kritérium. Touto metodou jsem všechny varianty řešení ohodnotila. Toto hodnocení je uvedeno v Tabulce 13.2.2. Pro zhodnocení varianty řešení jsem použila vztah [19]:

abulce 23. Celkové zhodnocení určité varianty jsem využila vztah [19]:

$$H_j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j, \text{ pro } j = 1, 2, \dots, n \quad (21)$$

kde:

$H_j$  – celkové ohodnocení j-té varianty [-],

$v_i$  – normovaná váha i-tého kritéria [-],

$h_i^j$  – dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-].

| Kritérium                                    |             | Varianta |        |        |
|--|-------------|----------|--------|--------|
| Název  | $v_i$ [-]   | A        | B      | C      |
| Bezpečnost                                   | 0,1818      | 2        | 3      | 1      |
| Finanční náklady                             | 0,1636      | 3        | 2      | 1      |
| Náročnost výstavby                           | 0,1455      | 3        | 2      | 1      |
| Kapacitní posouzení                          | 0,1272      | 1        | 2      | 3      |
| PTV VISSIM – průměrná maximální délka fronty | 0,1092      | 2        | 1      | 3      |
| PTV VISSIM – průměrná délka fronty           | 0,0909      | 3        | 2      | 1      |
| PTV VISSIM – průměrný počet zastavení        | 0,0727      | 3        | 2      | 1      |
| PTV VISSIM – průměrné zdržení                | 0,0545      | 2        | 3      | 1      |
| PTV VISSIM – cestovní čas                    | 0,0364      | 2        | 3      | 1      |
| Individuální posouzení                       | 0,0182      | 1        | 2      | 3      |
| <b>Součet</b>                                | <b>1,00</b> | 2,3273   | 2,1635 | 1,5092 |

Nejvyšší počet bodů při multikriteriálním hodnocení získala varianta A, která znamená přestavbu na světelně řízenou křižovatku bez zásahu do dopravního značení. Ale dle mého vlastního úsudku by varianta C byla vhodnější vzhledem dlouhodobějšího řešení, ačkoliv se jedná o neekonomickou variantu s náročnou výstavbou.

## 14. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout úpravy a zvýšení bezpečnosti na křižovatce Pavlovova – Výškovická v Ostravě. Pomocí poskytnutých intenzit jsem tuto křižovatku posoudila, po analýze konfliktních situací a nehodovosti jsem zjistila problematiku této křižovatky. Hlavním nedostatkem je nebezpečné levé odbočení z hlavní pozemní komunikace a z vedlejší pozemní komunikace, kdy při tomto odbočení dochází k velkému počtu konfliktních situací.

Na základě těchto konfliktních situací jsem navrhla tři varianty řešení pro zlepšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Ve všech variantách řešení dochází k přestavbě na světelně řízenou křižovatku, kdy rozdílem v těchto variantách je v uspořádání dopravních proudů, a tudíž v umístění stopčár. V poslední variantě byl přidán dopravní pruh na hlavní pozemní komunikaci směrem od Shopping Parku pro zvýšení kapacity. V těchto variantách jsou upraveny přechody pro chodce, přejezdy pro cyklisty a došlo k propojení cyklostezky.

Pro všechny tři varianty řešení jsem vytvořila simulační modely v programu PTV VISSIM. Z těchto modelů jsem získala dobu zdržení, počet zastavení, průměrné délky front, cestovní čas a jiné. Tyto získané hodnoty jsem statisticky porovnála.

Na konci této práce je multikriteriální hodnocení všech variant a nejvhodnějším řešením byla varianta A, kde dojde pouze k přestavbě na světelně řízenou křižovatku se zachováním rozložení dopravních proudů.

Ačkoliv dle multikriteriálního hodnocení vyšla jako nejvíce vhodná varianta A, osobně bych zvolila variantu C z důvodu dlouhodobějšího hlediska by tato varianta byla vhodnější vzhledem k vzrůstajícím intenzitám.



## 15. Seznam použité literatury

- [1] *Jednotná dopravní vektorová mapa: Geografický informační systém: Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 2019 [cit. 2019-07-09]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz>
- [2] KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina: *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*: 1. vyd. Ediční středisko VŠB-TU Ostrava 2016. [cit. 2019-10-10]. Dostupné v tišžené podobě ve školní knihovně na: Ludvíka Poděště 1875/17, 708 00 Ostrava-Poruba
- [3] Cyklistické trasy v Ostravě: [Online]. [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://mapy.ostrava.cz/cyklotrasy/mapa/>
- [4] *Mapy.cz* [Online]. [cit. 2019-09-05]. Dostupné z? <https://mapy.cz>
- [5] BARTOŠ Luděk, MARTOLOS Jan, RICHTER Aleš, *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 1. vydání. Liberec: Pro EDIP s.r.o. 2010. ISBN 978-80-87394-01-4
- [6] BARTOŠ, Luděk, MARTOLOS, Jan, *Stanovení intenzit dopravy na PK: TP 189*. 3.vydání. Plzeň: Pro EDIP, s.r.o. distribuce pouze v elektronické podobě na <http://www.pjpk.cz>
- [7] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s. *Sčítání dopravy a konzultace křižovatky Výškovická – Pavlovova*, Ostrava, 2019, <https://www.okas.cz>
- [8] *Dopravní podnik Ostrava: Síť linek Dopravního podniku Ostrava* [Online]. 2018 [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: [www.dpo.cz](http://www.dpo.cz)
- [9] BARTOŠ Luděk, MARTOLOS Jan, RICHTER Aleš, HÁLA M. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-87384-07-6
- [10] BARTOŠ, Luděk, RICHTER Aleš. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 3.vydání. Plzeň: Pro EDIP s.r.o., 2018. distribuce pouze v elektronické podobě na <http://www.pjpk.cz>

- [11] BARTOŠ, Luděk, *Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací: TP 188*. 1.vyd. Plzeň: Pro EDIP, s.r.o., distribuce pouze v elektronické podobě na <http://www.pjpk.cz>
- [12] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích + Z2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČR, červen 2012
- [13] *Územní plán města Ostrava* [online]. Ostrava: Magistrát města Ostravy, Útvar hlavního architekta a stavebního řádu, 2018 [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://uzemniplan.ostrava.cz>
- [14] SEIDL, A. TP 133: *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [online]. 2013. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz>
- [15] *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích: technické podmínky – TP 65: s účinností od 1.12.2002*. Vyd. 2. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2002. ISBN 80-86502-04-X.
- [16] MARTOLOS, Jan, *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích: TP 81*. 3.vydání a 1 dodatek: EDIP s.r.o., 2015 (2018). distribuce pouze v elektronické podobě na <http://www.pjpk.cz>
- [17] ČSN 73 6021. *Světelná signalizační zařízení. Umístění a použití návěstidel*. Praha: Ministerstvo dopravy, obor Navrhování a prostředí staveb, 1994
- [18] OLIVKOVÁ, Ivana, Vladislav KŘIVDA a Michal RICHTÁŘ. *Městská hromadná doprava. Metody stanovení vah kritérií* [online]. 2006 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>

## 16. Seznam obrázků, tabulek a grafů

### Seznam obrázků

|  |      |
|--|------|
| Obrázek 2.1 - Širší vztahy a poloha obce [4].....  | 6 -  |
| Obrázek 2.2 – Mapa širších vztahů [4].....   | 6 -  |
| Obrázek 2.3 - Poloha křižovatky v městské části Zábřeh nad Odrou [4].....                                | 7 -  |
| Obrázek 2.4 – Řešená křižovatka Výškovická – Pavlovová [4].....  | 8 -  |
| Obrázek 2.5 – Znázornění cyklistické dopravy v okolí řešené křižovatky [3].....                          | 8 -  |
| Obrázek 2.6 – Schéma sítě městské hromadné dopravy v Ostravě [8].....                                    | 9 -  |
| Obrázek 2.1.1 – Zahrnutí řešené křižovatky v územním plánu města Ostrava [13].....                       | 10 - |
| Obrázek 3.2.1 – Označení prvků křižovatky [3].....   | 12 - |
| Obrázek 3.3.1 – Pentlogram intenzit dopravy ve špičkové hodině od 15:15 do 16:15 [voz/h].....            | 14 - |
| Obrázek 3.4.1 –Pentlogram intenzity tramvajové dopravy ve špičkové hodiny od 15:15 do 16:15 [voz/h]..... | 15 - |
| Obrázek 4.1 – Inovovaný klasifikační symbol [2].....   | 16 - |
| Obrázek 4.2 – Schéma možných konfliktních situací.....   | 18 - |
| Obrázek 4.3 - Schéma možných konfliktních situací.....   | 19 - |
| Obrázek 4.4 - Schéma možných konfliktních situací.....   | 19 - |
| Obrázek 5.1– Oblast nehodovosti řešené křižovatky [1].....   | 21 - |
| Obrázek 9.2.1 – Model současného uspořádání složený s linek a konektorů.....                             | 39 - |
| Obrázek 9.2.2 – Model současného stavu zobrazen ve 3D.....   | 39 - |

## Seznam tabulek

|   |      |
|---|------|
| Tabulka 3.2.1 – Intenzita dopravy jednotlivých směrů v roce 2009 [7].....                                   | 12 - |
| Tabulka 3.3.1 – Stanovení špičkové hodiny v roce 2009.....  | 13 - |
| Tabulka 3.3.2 – Intenzity dopravních proudů ve špičkové hodině pro rok 2019.....                            | 14 - |
| Tabulka 4.1 – 1.znak klasifikačního symbolu (účastníci konfliktu) [2].....                                  | 16 - |
| Tabulka 4.2 – 2.znak klasifikačního symbolu (způsob konfliktu) [2].....                                     | 17 - |
| Tabulka 4.3 – Možné konfliktní situace.....   | 20 - |
| Tabulka 5.1 – Přehled druhů dopravních nehod na křižovatce [1].....   | 23 - |
| Tabulka 5.2 – Přehled hlavních příčin dopravních nehod na křižovatce [1].....                               | 23 - |
| Tabulka 6.1.1 – Hodnoty a koeficienty výpočtu pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu.....     | 26 - |
| Tabulka 6.1.2 – Hodnoty výpočtu a koeficienty pro stanovení týdenního průměru denních intenzit dopravy..... | 27 - |
| Tabulka 6.1.3 -Hodnoty výpočtu a koeficienty pro výpočet RPDÍ.....  | 28 - |
| Tabulka 7.2.1 – Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů na stykové křižovatce [12].....         | 29 - |
| Tabulka 7.3.1 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [12].....                       | 30 - |
| Tabulka 7.3.2 - Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h].....                       | 30 - |
| Tabulka 7.4.1 – Hodnoty kritických časových odstupů [12].....   | 30 - |
| Tabulka 7.5.1 – Hodnoty následného časového odstupu [12].....   | 31 - |
| Tabulka 7.9.1 – Skupiny vozidel pro prognózu intenzit [10 - upraveno].....                                  | 36 - |
| Tabulka 7.9.2 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [10 - upraveno]....                      | 36 - |

|  |      |
|--|------|
| Tabulka 7.9.3 – Výpočty a prognóza intenzit automobilové dopravy pro rok 2029..... | 37 - |
| Tabulka 11.2.1 – Varianta A – Délka zelených signálů.....                          | 44 - |
| Tabulka 11.2.2 – Varianta A – ÚKD pro rok 2019 a 2029.....                         | 45 - |
| Tabulka 11.5.1 – Varianta B – Délky zelených signálů.....                          | 48 - |
| Tabulka 11.5.2 – Varianta B – ÚKD pro rok 2019 a 2029.....                         | 49 - |
| Tabulka 12.1.1 – Varianta C – Délky zelených signálů.....                          | 53 - |
| Tabulka 12.1.2 – Varianta C – ÚKD pro rok 2019 a 2029.....                         | 53 - |
| Tabulka 13.1.1 – Srovnání úrovní kvality dopravy všech variant.....                | 56 - |
| Tabulka 13.2.1 – Váhy kritérií metodou preferenčního pořadí.....                   | 60 - |

## **Seznam grafů**

|  |      |
|--|------|
| Graf 5.1 – Graf vývoje nehodovosti [1].....  | 22 - |
| Graf 5.2 – Graf vývoje zranění dle let [1].....  | 22 - |
| Graf 9.2.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029...            | 40 - |
| Graf 9.2.2 – Průměrná délka fronty získané z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029..... | 41 - |
| Graf 9.2.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro současný stav pro rok 2019 a rok 2029..             | 41 - |
| Graf 11.3.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029.....            | 45 - |
| Graf 11.3.2 – Průměrná délka fronty získaná z modelů pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029.....   | 46 - |
| Graf 11.3.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro variantu A pro rok 2019 a rok 2029....             | 46 - |
| Graf 11.6.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029.....            | 49 - |
| Graf 11.6.2 – Průměrná délka fronty získaná z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029.....   | 50 - |

|  |      |
|--|------|
| Graf 11.6.3 – Doba zdržení získaná z modelu pro variantu B pro rok 2019 a rok 2029.....          | 50 - |
| Graf 12.2.1 – Cestovní čas získaný z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029.....          | 54 - |
| Graf 12.2.2 – Délka fronty získaná z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029.....          | 54 - |
| Graf 12.2.3 – Průměrná doba zdržení získaná z modelu pro variantu C pro rok 2019 a rok 2029..... | 55 - |
| Graf 13.2.1 - Průměrná maximální délka front v křižovatce pro všechny dopravní proudy.....       | 57 - |
| Graf 13.2.2 – Průměrné délky front v křižovatce pro všechny dopravní proudy.....                 | 57 - |
| Graf 13.2.3 – Průměrné počty zastavení v křižovatce pro všechny dopravní proudy.....             | 58 - |
| Graf 13.2.4 – Průměrné doby zdržení všech dopravních proudů křižovatky.....                      | 58 - |
| Graf 13.2.5 – Průměrná cestovní doba v křižovatce pro všechny dopravní proudy.....               | 59 - |

## 17. Seznam příloh

Příloha P.1 – Prognóza intenzit dopravy špičkové hodiny z roku 2009 do roku 2019

Příloha P.2 – Výpočet kapacity stykové křižovatky rok 2029

Příloha P.3 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty A

Příloha P.4 – Kapacitní výpočty varianty A

Příloha P.5 – Signální plán varianty A

Příloha P.6 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty B

Příloha P.7 – Kapacitní výpočty varianty B

Příloha P.8 – Signální plán varianty B

Příloha P.9 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty C

Příloha P.10 – Kapacitní výpočty varianty C

Příloha P.11 – Signální plán varianty C

Příloha P.12 – Kapacitní posouzení pro rok 2029

## **18. Seznam výkresů**

Výkres č.1 – Původní stav

Výkres č.2 – Stavební a dopravní úpravy varianta A a B

Výkres č.3 – Návěstidla varianta A

Výkres č.4 – Návěstidla varianta B

Výkres č.5 – Stavební a dopravní úpravy varianty C

Výkres č.6 – Návěstidla varianta C

## **Poděkování**

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Vladislavu Krívdovi, Ph.D. za ochotu, za jeho čas, a hlavně za jeho vstřícný přístup při zpracování diplomové práce a Ing. Davidu Máchovi za jeho odborné rady a věcné připomínky. Další mé velké poděkování patří mým spolužákům a to zejména Bc. Robertovi Mlčocovi a Bc. Davidovi Fibichovi za jejich konzultace, podporu a spolupráci. A největší poděkování patří mým rodičům za jejich největší podporu a trpělivost při zpracování této práce a při celé době mého studia.



# **Přílohy a výkresová část**

## Příloha P.1 - Prognóza intenzit dopravy špičkové hodiny z roku 2009 do roku 2019

Prognóza intenzit automobilové dopravy z roku 2009 na rok 2012 dle TP 225 – *Prognóza intenzit automobilové dopravy (I.vydání)* [5]:

Tabulka 1 – Intenzity špičkové hodiny v roce 2009

| Čas           | Výškovická od Vítkovic |            | Výškovická od Výškovic |            | Pavlovova  |           |
|---------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------|-----------|
|               | Vpravo                 | Vlevo      | Vpravo                 | Vlevo      | Vpravo     | Vlevo     |
| 15:15 – 15:30 | 258                    | 41         | 6                      | 248        | 52         | 6         |
| 15:30 – 15:45 | 228                    | 50         | 8                      | 205        | 70         | 6         |
| 15:45 – 16:00 | 258                    | 50         | 5                      | 185        | 61         | 6         |
| 16:00 – 16:15 | 258                    | 40         | 7                      | 181        | 71         | 5         |
| <b>Celkem</b> | <b>1002</b>            | <b>181</b> | <b>26</b>              | <b>819</b> | <b>254</b> | <b>23</b> |

Tabulka 2 – Skladba dopravních proudů ve špičkovou hodinu v roce 2009

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |          |        |          | Výškovická od Výškovic (III) |          |        |          | Pavlovova (M) |          |        |          |
|---------------|------------------------------|----------|--------|----------|------------------------------|----------|--------|----------|---------------|----------|--------|----------|
|               | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo        |          | Vlevo  |          |
|               | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní | NA + BUS |
| $I_0$         | 946                          | 56       | 164    | 17       | 18                           | 8        | 742    | 77       | 242           | 12       | 23     | 0        |

Pro výpočty jsou vozidla rozdělena na lehká a těžká podle Tabulky 3:

Tabulka 3 - Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [5 - upraveno]

| Základní skupina vozidel | Druh vozidla   |
|--------------------------|--|
| LV – lehká vozidla       | M – motocykly, O – osobní automobily                         |
| TV – těžká vozidla       | N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladná soupravy |

Toto posouzení pro výhledový stav používá jiné koeficienty podle typu komunikace. Toto rozdělení je uvedeno v Tabulce 4.

Tabulka 4 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [5 - upraveno]

| Typ komunikace | Kategorie a třída pozemní komunikace |
|----------------|--------------------------------------|
| D              | dálnice, rychlostní silnice          |
| I              | silnice I. třídy (mimo rychlostních) |
| II + III       | silnice II. a III. třídy             |

Pro mnou řešenou křižovátku jsem zvolila typ komunikace II + III, jelikož danou křižovátkou vede silnice II. třídy. Prognózu dopravy jsem počítala pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť a také skupiny vozidel.

Z *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (1.vydání)* [5] jsem vybrala koeficienty pro rok 2009 a výhledový rok 2012 dle typu komunikace II + III a pro skupiny vozidel. Pro skupinu LV je koeficient vývoje dopravy pro rok 2009  $k_{0,LV} = 1,18$  a pro výhledový rok 2012 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,LV} = 1,19$ . Pro skupinu TV je koeficient vývoje dopravy pro rok 2009  $k_{0,TV} = 1,06$  a pro výhledový rok 2012 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,TV} = 1,07$ .

Výpočet výhledových intenzit dopravy daných skupin vozidel se použije vztah:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (1)$$

kde:

$I_{vi}$  – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy daných skupin vozidel se využije vztah:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (2)$$

kde:

$k_{vi}$  – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Tabulka 5 – Výpočty a prognóza intenzit automobilové dopravy

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |          |        |          | Výškovická od Výškovic (III) |          |        |          | Pavlovova (M) |          |        |          |
|---------------|------------------------------|----------|--------|----------|------------------------------|----------|--------|----------|---------------|----------|--------|----------|
|               | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo        |          | Vlevo  |          |
|               | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní | NA + BUS |
| $I_0$         | 946                          | 56       | 164    | 17       | 18                           | 8        | 742    | 77       | 242           | 12       | 23     | 0        |
| $k_{0i}$      | 1,18                         | 1,06     | 1,18   | 1,06     | 1,18                         | 1,06     | 1,18   | 1,06     | 1,18          | 1,06     | 1,18   | 1,06     |
| $k_{vi}$      | 1,19                         | 1,07     | 1,19   | 1,07     | 1,19                         | 1,07     | 1,19   | 1,07     | 1,19          | 1,07     | 1,19   | 1,07     |
| $k_{pi}$      | 1,008                        | 1,009    | 1,008  | 1,009    | 1,008                        | 1,009    | 1,008  | 1,009    | 1,008         | 1,009    | 1,008  | 1,009    |
| $I_{vi}$      | 954                          | 57       | 165    | 17       | 18                           | 8        | 748    | 78       | 244           | 12       | 23     | 0        |

Prognóza intenzit automobilové dopravy z roku 2009 na rok 2012 dle TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (II.vydání) [9]:

Tabulka 6 – Skladba dopravních proudů ve špičkovou hodinu v roce 2012

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |          |        |          | Výškovická od Výškovic (III) |          |        |          | Pavlovova (M) |          |        |          |
|---------------|------------------------------|----------|--------|----------|------------------------------|----------|--------|----------|---------------|----------|--------|----------|
|               | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo        |          | Vlevo  |          |
|               | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní | NA + BUS |
| $I_0$         | 954                          | 57       | 165    | 17       | 18                           | 8        | 748    | 78       | 244           | 12       | 23     | 0        |

Pro výpočty jsou vozidla rozdělena na lehká a těžká podle Tabulky 7:

Tabulka 7 - Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [9 - upraveno]

| Základní skupina vozidel | Druh vozidla   |
|--------------------------|--|
| LV – lehká vozidla       | M – motocykly, O – osobní automobily                         |
| TV – těžká vozidla       | N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladná soupravy |

Toto posouzení pro výhledový stav používá jiné koeficienty podle typu komunikace. Toto rozdělení je uvedeno v Tabulce 8.

Tabulka 8 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [9 - upraveno]

| Typ komunikace | Kategorie a třída pozemní komunikace |
|----------------|--------------------------------------|
| D              | dálnice, rychlostní silnice          |
| I              | silnice I. třídy (mimo rychlostních) |
| II + III       | silnice II. a III. třídy             |

Pro mnou řešenou křižovatku jsem zvolila typ komunikace II + III, jelikož danou křižovatkou vede silnice II. třídy. Prognózu dopravy jsem počítala pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť a také skupiny vozidel.

Z *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (II.vydání)* [9] jsem vybrala koeficienty pro rok 2012 a výhledový rok 2018 dle typu komunikace II + III a pro skupiny vozidel. Pro skupinu LV je koeficient vývoje dopravy pro rok 2012  $k_{0,LV} = 1,03$  a pro výhledový rok 2018 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,LV} = 1,17$ . Pro skupinu TV je koeficient vývoje dopravy pro rok 2012  $k_{0,TV} = 1,00$  a pro výhledový rok 2018 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,TV} = 1,01$ .

Výpočet výhledových intenzit dopravy daných skupin vozidel se použije vztah:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (3)$$

kde:

$I_{vi}$  – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy daných skupin vozidel se využije vztah:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (4)$$

kde:

$k_{vi}$  – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Tabulka 9 – Výpočty a prognóza intenzit automobilové dopravy

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |          |        |          | Výškovická od Výškovic (III) |          |        |          | Pavlovova (M) |          |        |          |
|---------------|------------------------------|----------|--------|----------|------------------------------|----------|--------|----------|---------------|----------|--------|----------|
|               | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo        |          | Vlevo  |          |
|               | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní | NA + BUS |
| $I_0$         | 954                          | 57       | 165    | 17       | 18                           | 8        | 748    | 78       | 244           | 12       | 23     | 0        |
| $k_{0i}$      | 1,03                         | 1,00     | 1,03   | 1,00     | 1,03                         | 1,00     | 1,03   | 1,00     | 1,03          | 1,00     | 1,03   | 1,00     |
| $k_{vi}$      | 1,17                         | 1,01     | 1,17   | 1,01     | 1,17                         | 1,01     | 1,17   | 1,01     | 1,17          | 1,01     | 1,17   | 1,01     |
| $k_{pi}$      | 1,14                         | 1,01     | 1,14   | 1,01     | 1,14                         | 1,01     | 1,14   | 1,01     | 1,14          | 1,01     | 1,14   | 1,01     |
| $I_{vi}$      | 1088                         | 58       | 188    | 17       | 18                           | 8        | 853    | 78       | 278           | 12       | 23     | 0        |

Prognóza intenzit automobilové dopravy z roku 2009 na rok 2012 dle TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (2018) [10]:

Tabulka 10 – Skladba dopravních proudů ve špičkovou hodinu v roce 2018

| 15:15 - 16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |          |        |          | Výškovická od Výškovic (III) |          |        |          | Pavlovova (M) |          |        |          |
|---------------|------------------------------|----------|--------|----------|------------------------------|----------|--------|----------|---------------|----------|--------|----------|
|               | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo                       |          | Vlevo  |          | Vpravo        |          | Vlevo  |          |
|               | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní                       | NA + BUS | Osobní | NA + BUS | Osobní        | NA + BUS | Osobní | NA + BUS |
| $I_0$         | 1088                         | 58       | 188    | 17       | 18                           | 8        | 853    | 78       | 278           | 12       | 23     | 0        |

Koeficienty vývoje intenzity dopravy jsou děleny dle druhu vozidel, kategorie a třídy pozemní komunikace a dle kraje a vzdálenosti od krajského města.

Tabulka 11 – Skupiny vozidel pro prognózu intenzit [10 - upraveno]

| Základní skupina vozidel   | Druh vozidla  |
|----------------------------|---|
| A – osobní vozidla         | M – motocykly, O – osobní automobily  |
| B – lehká nákladní vozidla | LN – lehká nákladní vozidla   |
| C – těžká vozidla          | SN – střední nákladní vozidla, SNP – střední nákladní vozidla, TN – těžká nákladní vozidla, TNP – těžké nákladní vozidla s přívěsy, NSN – návěsové soupravy nákladních vozidel, A – autobusy, AK – autobusy kloubové, TR – traktory, TRP – traktory s přívěsy |

Tabulka 12 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [10 - upraveno]

| Typ komunikace | Kategorie a třída pozemní komunikace |
|----------------|--------------------------------------|
| D              | Dálnice I. a II. třídy               |
| I              | silnice I. třídy                     |
| II             | silnice II. třídy                    |
| III            | silnice III. třídy                   |

Pro mnou řešenou křižovátku jsem zvolila typ komunikace II, jelikož danou křižovátkou vede silnice II. třídy v Moravskoslezském kraji ve vzdálenosti 20 km od krajského města. Prognózu dopravy jsem počítala pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť a také skupiny vozidel.

Z *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (2018)* [10] jsem vybrala koeficienty pro rok 2018 a výhledový rok 2019 dle typu komunikace II a pro skupiny vozidel. Pro skupinu A je koeficient vývoje dopravy pro rok 2018  $k_{0,A} = 1,03$  a pro výhledový rok 2019 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,A} = 1,04$ . Pro skupinu C je koeficient vývoje dopravy pro rok 2018  $k_{0,TV} = 1,00$  a pro výhledový rok 2019 je koeficient vývoje dopravy  $k_{v,TV} = 1,05$ .

Výpočet výhledových intenzit dopravy daných skupin vozidel se použije vztah:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (5)$$

kde:

$I_{vi}$  – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$I_{0i}$  – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy daných skupin vozidel se využije vztah:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (6)$$

kde:

$k_{vi}$  – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{0i}$  – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

$k_{pi}$  – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Tabulka 13 – Výpočty a prognóza intenzit automobilové dopravy

| 15:15 -<br>16:15 | Výškovická od Vítkovic (III) |             |        |             | Výškovická od Výškovic (III) |                |        |             | Pavlovova (M) |             |        |             |
|------------------|------------------------------|-------------|--------|-------------|------------------------------|----------------|--------|-------------|---------------|-------------|--------|-------------|
|                  | Vpravo                       |             | Vlevo  |             | Vpravo                       |                | Vlevo  |             | Vpravo        |             | Vlevo  |             |
|                  | Osobní                       | NA +<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS | Osobní                       | NA<br>+<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS | Osobní        | NA +<br>BUS | Osobní | NA +<br>BUS |
| $I_0$            | 1088                         | 58          | 188    | 17          | 18                           | 8              | 853    | 78          | 278           | 12          | 23     | 0           |
| $k_{0i}$         | 1,03                         | 1,04        | 1,03   | 1,04        | 1,03                         | 1,04           | 1,03   | 1,04        | 1,03          | 1,04        | 1,03   | 1,04        |
| $k_{vi}$         | 1,04                         | 1,05        | 1,04   | 1,05        | 1,04                         | 1,05           | 1,04   | 1,05        | 1,04          | 1,05        | 1,04   | 1,05        |
| $k_{pi}$         | 1,01                         | 1,01        | 1,01   | 1,01        | 1,01                         | 1,01           | 1,01   | 1,01        | 1,01          | 1,01        | 1,01   | 1,01        |
| $I_{vi}$         | 1098                         | 59          | 190    | 17          | 18                           | 8              | 162    | 79          | 281           | 12          | 23     | 0           |



## Příloha P.2. - Výpočet kapacity stykové křižovatky rok 2029

### 1. Rozhodující intenzity

Tabulka 1 – Rozhodující intenzity nadřazených dopravních proudů na stykové křižovatce [12]

| Druh dopravního proudu    | Vzorec a výpočet intenzit nadřazených proudů                                    | Výsledky [voz/h] |
|---------------------------|---|------------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $I_{h7} = I_2 + I_3 = 263 + 43$   | $I_{h7} = 306$   |
| Pravé odbočení z vedlejší | $I_{h6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 263 + 0,5 \cdot 0$                              | $I_{h6} = 263$   |
| Levé odbočení z vedlejší  | $I_{h4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_7$<br>$= 263 + 0,5 \cdot 0 + 842 + 422$ | $I_{h4} = 1527$  |

### 2. Zohlednění skladby dopravního proudu

Intenzity dopravy je třeba pro výpočet přepočítat přepočtovými koeficienty dle Tabulky 2. Přepočtené intenzity jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 2 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [12]

| Osobní vozidlo <sup>a)</sup>  | Nákladní vozidla, autobusy <sup>b)</sup> | Nákladní soupravy, kloubové autobusy | Motocykly | Jízdní kola |
|---|--|--------------------------------------|-----------|-------------|
| 1,0   | 1,5                                      | 2,0                                  | 0,8       | 0,5         |
| c) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti   |  |                                      |           |             |
| d) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy |  |                                      |           |             |

Tabulka 3 - Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

| d.p. | Osobní vozidla [pvoz/h] | Nákladní vozidla a autobusy [pvoz/h] | Vozidla celkem [pvoz/h] |
|------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 2.   | 107                     | 104                                  | 263                     |
| 3.   | 26                      | 11                                   | 43                      |
| 4.   | 47                      | 0                                    | 47                      |
| 6.   | 572                     | 13                                   | 592                     |
| 7.   | 387                     | 23                                   | 422                     |
| 8.   | 725                     | 78                                   | 842                     |

### 3. Kritický časový odstup

Velikost kritického časového odstupu neboli kritické mezery se určí podle druhu dopravního proudu a podle rychlosti  $v_{85\%}$ , která je stanovena na hlavní pozemní komunikaci sledované křižovatky jako nejvyšší povolená rychlost. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4. Rychlost  $v_{85\%} = 50 \text{ km/h}$ .

Tabulka 4 – Hodnoty kritických časových odstupů [12]

| Druh dopravního proudu    | Vzorec výpočtu kritického časového odstupu | Výsledky [s]    |
|---------------------------|--|-----------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g7} = 4,45$ |
| Pravé odbočení z vedlejší | $t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g6} = 4,7$  |
| Levé odbočení z vedlejší  | $t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$      | $t_{g4} = 6,3$  |

### 4. Následný časový odstup

Velikost následného časového odstupu neboli následné mezery závisí na dopravním značení na vedlejší pozemní komunikaci. Na řešené křižovatce je dopravní značení P4 „Dej přednost v jízdě!“. Hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5 – Hodnoty následného časového odstupu [12]

| Druh dopravního proudu    | Následný časový odstup „P4“ [s] |
|---------------------------|---------------------------------|
| Levé odbočení z hlavní    | $t_{f7} = 2,6$                  |
| Pravé odbočení z vedlejší | $t_{f6} = 3,1$                  |
| Levé odbočení z vedlejší  | $t_{f4} = 3,5$                  |

### 5. Základní kapacita

Základní kapacita dopravních proudů udává maximální počet vozidel podřazených dopravních proudů. Dopravní proudy 1.stupně má hodnoty 1800 pvoz/h.

Základní kapacita se vypočítá podle vzorce [12]:

$$C_{g,n} = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left( t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (1)$$

kde:

$C_{g,n}$  – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$t_f$  – následná mezera [s],

$I_H$  – rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_g$  – kritická mezera [s].

Výsledky základních kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$C_{g,2} = C_{g,3} = C_{g,8} = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,4} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1527}{3600}(6,3 - \frac{3,5}{2})} = 149 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,6} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{263}{3600}(4,7 - \frac{3,1}{2})} = 922 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{g,7} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{306}{3600}(4,45 - \frac{2,6}{2})} = 1059 \text{ pvoz/h}$$

## 6. Výsledná kapacita

Výsledná kapacita dopravního proudu 1.stupně udává hodnoty 1800 pvoz/h. Výsledná kapacita dopravního proudu 2.stupně je dána vztahem [12]:

$$C_n = C_{g,n} \quad (2)$$

kde:

$C_{g,n}$  – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$n$  – číslo dopravního proudu [-].

Při základní kapacitě dopravního proudu třetího stupně je nutno zohlednit pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu.

Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu lze vypočítat podle vztahu [12]:

$$p_{0,n} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_n}{C_n} \\ 0 \end{matrix} \right\} \quad (3)$$

Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu nadřazeného proudu 3.stupně pro proud č.4:

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7} \right\}_0 = \left\{ 1 - \frac{422}{1059} \right\}_0 = 0,60$$

Pro zjištění výsledné kapacity  $C_4$  dopravního proudu 3.stupně se vychází ze vzorce [12]:

$$C_4 = p_{0,7} \cdot C_{g,4} \quad (4)$$

kde:

$p_{0,7}$  – pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu č.4 vypočtená podle vztahu (3),

$C_4$  – kapacita jízdního pruhu č.4 [pvoz/h],

$C_{g,4}$  – základní kapacita jízdního pruhu proudu č.4 [pvoz/h].

Jednotlivé výsledné kapacity dopravních proudů:

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot C_{g,4} = 0,60 \cdot 149 = 89 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = C_{g,6} = 922 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = C_{g,7} = 1059 \text{ pvoz/h}$$

## 7. Střední doba zdržení

Střední doba zdržení se vypočte dle vzorce [12]:

$$t_w = \frac{3600}{C_n} + \frac{T}{4} \cdot \left[ (a_v - 1) + \sqrt{(a_v - 1)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(a_v; 1)}{C_n \cdot T}} \right] \quad (5)$$

kde:

$t_w$  – střední doba zdržení [s],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$T$  – délka intervalu špičkového provozu [s]; ( $T = 3600$  s),

$a_v$  – stupeň vytižení [-].

Jednotlivé výsledky střední doby zdržení dopravních proudů:

$$t_{w,2} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{263}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{263}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,15; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 2,35 \text{ s}$$

$$t_{w,3} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{43}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{43}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,02; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 2,04 \text{ s}$$

$$t_{w,4} = \frac{3600}{89} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{47}{89} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{47}{89} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,53; 1)}{89 \cdot 3600}} \right] = 83,84 \text{ s}$$

$$t_{w,6} = \frac{3600}{922} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{597}{922} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{597}{922} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,64; 1)}{922 \cdot 3600}} \right] = 10,77 \text{ s}$$

$$t_{w,7} = \frac{3600}{1059} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{422}{1059} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{422}{1059} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,42; 1)}{1059 \cdot 3600}} \right] = 5,86 \text{ s}$$

$$t_{w,8} = \frac{3600}{1800} + \frac{3600}{4} \cdot \left[ \left( \frac{842}{1800} - 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{842}{1800} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot 8 \cdot \min(0,47; 1)}{1800 \cdot 3600}} \right] = 3,77 \text{ s}$$

Dle Podle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (2012)* - ed.2(+Z2)

[13] Tabulky A.2. jsem určila úrovně kvality dopravy dle střední doby zdržení.

$$t_{w2} = 2,35 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 2,04 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = 83,84 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_4 = F$$

$$t_{w6} = 10,77 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

$$t_{w7} = 5,86 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 3,77 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Následně dle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (2012) - ed.2(+Z2)* [13] jsem zjistila, že pro hlavní pozemní komunikaci, která je silnice II. třídy má být úroveň kvality C – D, což je splněno a pro vedlejší pozemní komunikaci, která je místní má být úroveň kvality dopravy E, na dopravním proudu č.4 je ÚKD F, tudíž křižovatka bude nevyhovující v roce 2029.

## 8. Délka fronty čekajících vozidel

Délka fronty čekajících vozidel se vypočte dle vzorce [12]:

$$L_{95\%} = \frac{3}{2} C_n \left( a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 \frac{8 \cdot a_v}{C_n}} \right) \quad (6)$$

kde:

$L_{95\%}$  – délka fronty čekajících vozidel [m],

$C_n$  – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$a_v$  – stupeň vytížení [-].

Jednotlivé výsledky délky front čekajících vozidel dopravních proudů:

$$L_{95\%,2} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,15 - 1 + \sqrt{(1 - 0,15)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,15}{1800}} \right) = 3,17 \text{ m}$$

$$L_{95\%,3} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,02 - 1 + \sqrt{(1 - 0,02)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,02}{1800}} \right) = 0,37 \text{ m}$$

$$L_{95\%,4} = \frac{3}{2} \cdot 89 \left( 0,53 - 1 + \sqrt{(1 - 0,53)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,53}{89}} \right) = 17,78 \text{ m}$$

$$L_{95\%,6} = \frac{3}{2} \cdot 922 \left( 0,64 - 1 + \sqrt{(1 - 0,64)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,64}{922}} \right) = 31,03 \text{ m}$$

$$L_{95\%,7} = \frac{3}{2} \cdot 1059 \left( 0,42 - 1 + \sqrt{(1 - 0,42)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,42}{1059}} \right) = 12,94 \text{ m}$$

$$L_{95\%,8} = \frac{3}{2} \cdot 1800 \left( 0,47 - 1 + \sqrt{(1 - 0,47)^2 + 3,0 \cdot \frac{8 \cdot 0,47}{1800}} \right) = 15,8$$

## Příloha P.3 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty A

| Najíždějí |       |        |                      |                         |                              | Vyklízejí |        |                      |                                     |                         |                                     |                      |                                  |   |
|-----------|-------|--------|----------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|--------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba<br>tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr   | Vyklízující dráha Lv | Délka vyklízujícího<br>vozidla lvoz | Vyklízující rychlost Vv | Vyklízující doba<br>tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas<br>tm=tv-tn+tb | Mezičas pro univerzální<br>tabulku mezičasů |
|           |       |        | m                    | m/s                     | s                            |           |        | m                    | m                                   | m/s                     | s                                   | s                    | s                                | s   |
| Vozidla   | VA    | Rovně  | 49                   | 9,7                     | 5,05                         | PB2       | Rovně  | 5                    | 0                                   | 1,4                     | 3,57                                | 0                    | -1,48                            | 0   |
|           | VAL   | Rovně  | 51                   | 9,7                     | 5,26                         | PB2       | Rovně  | 5                    | 0                                   | 1,4                     | 3,57                                | 0                    | -1,69                            | 0   |
|           |       | Vlevo  | 6                    | 7                       | 0,86                         | TA        | Rovně  | 5                    | 15                                  | 7                       | 2,86                                | 0                    | 2,00                             | 2   |
|           |       | Vlevo  | 11                   | 7                       | 1,57                         | TB        | Rovně  | 54                   | 15                                  | 7                       | 9,86                                | 0                    | 8,29                             | 9   |
|           |       | Vlevo  | 27                   | 7                       | 3,86                         | TBP       | Vpravo | 57                   | 15                                  | 7                       | 10,29                               | 0                    | 6,43                             | 7   |
|           |       | Vlevo  | 16                   | 7                       | 2,29                         | VB        | Rovně  | 54                   | 5                                   | 9,7                     | 6,08                                | 2                    | 5,80                             | 6   |
|           |       | Vlevo  | 21                   | 7                       | 3,00                         | VB        | Rovně  | 54                   | 5                                   | 9,7                     | 6,08                                | 2                    | 5,08                             | 5   |
|           |       | Vlevo  | 40                   | 7                       | 5,71                         | VBP       | Vpravo | 65                   | 5                                   | 7                       | 10,00                               | 2                    | 6,29                             | 7   |
|           |       | Vlevo  | 19                   | 7                       | 2,71                         | VCL       | Vlevo  | 7                    | 5                                   | 7                       | 1,71                                | 2                    | 1,00                             | 1   |
|           |       | Vlevo  | 23                   | 7                       | 3,29                         | TCL       | Vlevo  | 6                    | 15                                  | 7                       | 3,00                                | 0                    | -0,29                            | 0   |
|           |       | Vlevo  | 90                   | 7                       | 12,86                        | PC2       | Rovně  | 1,5                  | 1                                   | 1,4                     | 1,79                                | 0                    | -11,07                           | 0   |
|           | VB    | Rovně  | 1,5                  | 9,7                     | 0,15                         | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                   | 1,4                     | 0,71                                | 0                    | 0,56                             | 1   |
|           |       | Rovně  | 39                   | 9,7                     | 4,02                         | TBP       | Vpravo | 39                   | 15                                  | 7                       | 7,71                                | 0                    | 3,69                             | 4   |
|           |       | Rovně  | 47                   | 9,7                     | 4,85                         | TCL       | Vlevo  | 18                   | 15                                  | 7                       | 4,71                                | 0                    | -0,13                            | 0   |
|           |       | Rovně  | 56                   | 9,7                     | 5,77                         | VAL       | Vlevo  | 14                   | 5                                   | 7                       | 2,71                                | 2                    | -1,06                            | 0   |
|           |       | Rovně  | 52                   | 9,7                     | 5,36                         | VCL       | Vlevo  | 13                   | 5                                   | 7                       | 2,57                                | 2                    | -0,79                            | 0   |
|           | VBP   | Rovně  | 1,5                  | 9,7                     | 0,15                         | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                   | 1,4                     | 0,71                                | 0                    | 0,56                             | 1   |
|           |       | Rovně  | 1,5                  | 9,7                     | 0,15                         | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                   | 1,4                     | 0,71                                | 0                    | 0,56                             | 1   |
|           |       | Rovně  | 47                   | 9,7                     | 4,85                         | TBP       | Vpravo | 47                   | 15                                  | 7                       | 8,86                                | 0                    | 4,01                             | 4   |
|           |       | Rovně  | 52                   | 9,7                     | 5,36                         | TCL       | Vlevo  | 12                   | 15                                  | 7                       | 3,86                                | 0                    | -1,50                            | 0   |
|           |       | Rovně  | 55                   | 9,7                     | 5,67                         | VAL       | Vlevo  | 19                   | 5                                   | 7                       | 3,43                                | 2                    | -0,24                            | 0   |
|           |       | Rovně  | 57                   | 9,7                     | 5,88                         | VCL       | Vlevo  | 8                    | 5                                   | 7                       | 1,86                                | 2                    | -2,02                            | 0   |
|           |       | Rovně  | 96                   | 9,7                     | 9,90                         | VCP       | Vpravo | 13                   | 5                                   | 7                       | 2,57                                | 2                    | -5,33                            | 0   |
|           |       | Vpravo | 1,5                  | 7                       | 0,21                         | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                   | 1,4                     | 0,71                                | 0                    | 0,50                             | 1   |
|           |       | Vpravo | 90                   | 7                       | 12,86                        | PC2       | Rovně  | 1                    | 0                                   | 1,4                     | 0,71                                | 0                    | -12,14                           | 0   |
|           |       | Vpravo | 65                   | 7                       | 9,29                         | VAL       | Vlevo  | 40                   | 5                                   | 7                       | 6,43                                | 2                    | -0,86                            | 0   |
|           | VCL   | Vlevo  | 8                    | 7                       | 1,14                         | VB        | Rovně  | 57                   | 5                                   | 9,7                     | 6,39                                | 2                    | 7,25                             | 7   |
|           |       | Vlevo  | 14                   | 7                       | 2,00                         | VB        | Rovně  | 52                   | 5                                   | 9,7                     | 5,88                                | 2                    | 5,88                             | 6   |
|           |       | Vlevo  | 20                   | 7                       | 2,86                         | TB        | Rovně  | 44                   | 15                                  | 7                       | 8,43                                | 0                    | 5,57                             | 6   |
|           |       | Vlevo  | 28                   | 7                       | 4,00                         | TA        | Rovně  | 23                   | 15                                  | 7                       | 5,43                                | 0                    | 1,43                             | 2   |
|           |       | Vlevo  | 7                    | 7                       | 1,00                         | VAL       | Vlevo  | 19                   | 5                                   | 7                       | 3,43                                | 2                    | 4,43                             | 5   |
|           |       | Vlevo  | 40                   | 7                       | 5,71                         | VA        | Rovně  | 46                   | 5                                   | 7                       | 7,29                                | 2                    | 3,57                             | 4   |
|           |       | Vlevo  | 58                   | 7                       | 8,29                         | PB2       | Rovně  | 1,5                  | 0                                   | 1,4                     | 1,07                                | 0                    | -7,21                            | 0   |
|           | VCP   | Vpravo | 13                   | 7                       | 1,86                         | VB        | Rovně  | 96                   | 5                                   | 7                       | 14,43                               | 2                    | 14,57                            | 15  |



| Najíždějí |       |        |                      |                         |                           | Vyklízejí |       |                      |                                  |                         |                                  |                      |                            |  |
|-----------|-------|--------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr  | Vyklízující dráha Lv | Délka vyklízujícího vozidla lvoz | Vyklízující rychlost Vv | Vyklízující doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezikas tm=tv+tn | Mezikas pro univerzální tabulku mezikasů |
|           |       |        | m                    | m/s                     | s                         |           |       | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                          | s  |
| Tramvaje  | TA    | Rovně  | 5                    | 7                       | 0,71                      | VAL       | Vlevo | 6                    | 5                                | 7                       | 1,57                             | 2                    | 2,86                       | 3  |
|           |       | Rovně  | 23                   | 7                       | 3,29                      | VCL       | Vlevo | 28                   | 5                                | 7                       | 4,71                             | 2                    | 3,43                       | 4  |
|           |       | Rovně  | 46                   | 7                       | 6,57                      | TCL       | Vlevo | 47                   | 15                               | 7                       | 8,86                             | 0                    | 2,29                       | 2  |
|           |       | Rovně  | 55                   | 7                       | 7,86                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | -7,14                      | 0  |
|           | TB    | Rovně  | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |
|           |       | Rovně  | 33                   | 7                       | 4,71                      | TCL       | Vlevo | 30                   | 15                               | 7                       | 6,43                             | 0                    | 1,71                       | 2  |
|           |       | Rovně  | 44                   | 7                       | 6,29                      | VCL       | Vlevo | 20                   | 5                                | 7                       | 3,57                             | 2                    | -0,71                      | 0  |
|           |       | Rovně  | 56                   | 7                       | 8,00                      | VAL       | Vlevo | 10                   | 5                                | 7                       | 2,14                             | 2                    | -3,86                      | 0  |
|           | TBP   | Vpravo | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |
|           |       | Vpravo | 39                   | 7                       | 5,57                      | VB        | Rovně | 39                   | 5                                | 9,7                     | 4,54                             | 2                    | 0,96                       | 1  |
|           |       | Vpravo | 47                   | 7                       | 6,71                      | VB        | Rovně | 47                   | 5                                | 9,7                     | 5,36                             | 2                    | 0,65                       | 1  |
|           |       | Vpravo | 57                   | 7                       | 8,14                      | VAL       | Vlevo | 27                   | 5                                | 7                       | 4,57                             | 2                    | -1,57                      | 0  |
|           |       | Vpravo | 96                   | 7                       | 13,71                     | PG        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | -13,00                     | 0  |
|           | TCL   | Vlevo  | 18                   | 7                       | 2,57                      | VB        | Rovně | 47                   | 5                                | 9,7                     | 5,36                             | 2                    | 4,79                       | 5  |
|           |       | Vlevo  | 12                   | 7                       | 1,71                      | VB        | Rovně | 52                   | 5                                | 9,7                     | 5,88                             | 2                    | 6,16                       | 6  |
|           |       | Vlevo  | 30                   | 7                       | 4,29                      | TB        | Rovně | 33                   | 15                               | 7                       | 6,86                             | 0                    | 2,57                       | 3  |
|           |       | Vlevo  | 47                   | 7                       | 6,71                      | TA        | Rovně | 46                   | 15                               | 7                       | 8,71                             | 0                    | 2,00                       | 2  |
|           |       | Vlevo  | 6                    | 7                       | 0,86                      | VAL       | Vlevo | 23                   | 5                                | 7                       | 4,00                             | 2                    | 5,14                       | 5  |
|           |       | Vlevo  | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |

| Najíždějí |       |       |                      |                         |                           | Vyklízejí |        |                      |                                  |                         |                                  |                      |                            |  |
|-----------|-------|-------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr  | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr   | Vyklízející dráha Lv | Délka vyklízejícího vozidla lvoz | Vyklízející rychlost Vv | Vyklízející doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas tm=tv+tb | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |       | m                    | m/s                     | s                         |           |        | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                          | s  |
| Tramvaje  | PB1   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VB        | Rovně  | 1,5                  | 5                                | 9,7                     | 0,67                             | 2                    | 1,96                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VB        | Rovně  | 1,5                  | 5                                | 9,7                     | 0,67                             | 2                    | 1,96                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 1,5                  | 5                                | 7                       | 0,93                             | 2                    | 2,21                       | 2  |
|           | PB2   | Rovně | 5                    | 1,4                     | 3,57                      | VA        | Rovně  | 49                   | 5                                | 9,7                     | 5,57                             | 2                    | 4                          | 4  |
|           |       | Rovně | 5                    | 1,4                     | 3,57                      | VA        | Rovně  | 51                   | 5                                | 9,7                     | 5,77                             | 2                    | 4,2                        | 4  |
|           |       | Rovně | 1,5                  | 1,4                     | 1,07                      | VCL       | Vlevo  | 58                   | 5                                | 7                       | 9                                | 2                    | 9,93                       | 10                                       |
|           | PH    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TB        | Rovně  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TA        | Rovně  | 55                   | 15                               | 7                       | 10                               | 0                    | 9,29                       | 9  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TCL       | Vlevo  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           | PC2   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VAL       | Vlevo  | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           | PG    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 96                   | 15                               | 7                       | 15,86                            | 0                    | 15,14                      | 15                                       |

Univerzální tabulka mezičasů varianty A

|           |     | Najíždí |     |    |    |     |    |     |     |     |    |     |     |     |     |     |    |
|-----------|-----|---------|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|           |     | VA      | VAL | TA | TB | TBP | VB | VBP | PB1 | PB2 | PH | TCL | VCL | VCP | PC1 | PC2 | PG |
| Vyklízuje | VA  | X       | X   | X  |    |     | 0  |     | 2   | 4   |    |     |     |     |     |     |    |
|           | VAL | X       | X   | 3  | 0  | 0   |    | 0   | 2   | 4   |    | 5   | 5   |     |     | 15  |    |
|           | TA  | X       | 2   | X  |    |     |    |     |     |     |    | 2   | 2   |     |     |     |    |
|           | TB  |         | 9   |    | X  | X   | X  | X   |     |     |    | 3   | 6   |     |     |     |    |
|           | TBP |         | 7   |    | X  | X   | 4  | 4   |     |     |    |     |     |     |     |     | 15 |
|           | VB  |         | 6   |    | X  | 1   | X  |     |     |     |    | 5   | 7   | 15  |     |     |    |
|           | VBP |         | 7   |    | X  | 1   |    | X   |     |     |    | 6   | 6   |     |     | 15  |    |
|           | PB1 |         |     |    |    |     | 1  | 1   | X   |     |    |     |     |     |     |     |    |
|           | PB2 | 0       | 0   |    |    |     |    |     |     | X   |    |     | 0   |     |     |     |    |
|           | PH  |         |     | 0  | 1  | 1   |    |     |     |     | X  | 1   |     |     |     |     |    |
|           | TCL |         | 0   | 2  | 2  |     | 0  | 0   |     |     |    | X   |     |     |     |     |    |
|           | VCL |         | 1   | 4  | 0  |     | 0  |     |     | 10  |    |     | X   |     |     |     |    |
|           | VCP |         |     |    |    |     |    |     |     |     |    |     |     | X   |     |     |    |
|           | PC1 |         |     |    |    |     |    |     |     |     |    |     |     | X   | X   | X   | X  |
|           | PC2 |         | 0   |    |    |     |    | 0   |     |     |    |     |     | X   | X   | X   | X  |
|           | PG  |         |     |    |    | 0   |    |     |     |     |    |     |     | X   | X   | X   | X  |

## Příloha P.4. – Kapacitní výpočty varianty A

### 1. Vstupní hodnoty výpočtu

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1    | 1    | 658       | R          | 0     | 1000  | 0,58  |
|         |            | 2    | 1    | 466       | R, L       | 0     | 38    | 0,42  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 178       | R          | 0     | 1000  | 0,65  |
|         |            | 2    | 1    | 97        | R, P       | 0     | 108   | 0,35  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 540       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 43        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

### 2. Koeficient sklonu

$$k_{skl,a1} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} \quad (1)$$

Kde:

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$a$  – podélný sklon vjezdu [%].

#### Paprsek A

$$k_{skl,a1} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,a2} = 1 - 0,02 \cdot a_{a2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek B

$$k_{skl,b1} = 1 - 0,02 \cdot a_{b1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,b2} = 1 - 0,02 \cdot a_{b2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{skl,c1p} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1p} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,c1L} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1L} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

### 3. Koeficient oblouku

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} \quad (2)$$

kde:

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-],

$R$  – poloměr oblouku pro odbočení [m],

$f$  – podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu ku celkové intenzitě vjezdu [-].

#### Paprsek A

$$k_{obl,a1} = \frac{1000}{100 + 1,5 \cdot 0,58} = 1$$

$$k_{obl,a2} = \frac{38}{38 + 1,5 \cdot 0,42} = 0,98$$

#### Paprsek B

$$k_{obl,b1} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 0,65} = 1$$

$$k_{obl,b2} = \frac{108}{108 + 1,5 \cdot 0,35} = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{obl,c1P} = \frac{46}{46 + 1,5 \cdot 0,93} = 0,97$$

$$k_{obl,c1L} = \frac{114}{114 + 1,5 \cdot 0,07} = 1$$

### 4. Saturevaný tok řadícího pruhu

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (3)$$

kde:

$S_i$  – Saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h],

$S_{zákl}$  – Základní saturovaný tok [pvoz/h],

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-].

### **Paprsek A**

$$S_{i,a1} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,a2} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1960 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{i,b1} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,b2} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{i,c1P} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,c1L} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **5. Saturovaný tok vjezdu**

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i \tag{4}$$

kde:

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$S_i$  – Saturovaný tok jednoho řadícího pruhu [pvoz/h],

$n_p$  – počet řadících pruhů, které tvoří jeden vjezd [-].

### **Paprsek A**

$$S_{v,a1} = S_{i,a1} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,a2} = S_{i,a2} = 1960 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{v,b1} = S_{i,b1} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,b2} = S_{i,b2} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{v,c1P} = S_{i,c1P} = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,c1L} = S_{i,c1L} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **6. Stupeň saturace**

$$y = \frac{I_v}{S_v} \tag{5}$$

kde:

$y$  – Stupeň saturace vjezdu [-],

$I_v$  – Návrhová intenzita na vjezdu [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$y_{a1} = \frac{658}{2000} = 0,329$$

$$y_{a2} = \frac{466}{1960} = 0,238$$

### **Paprsek B**

$$y_{b1} = \frac{178}{2000} = 0,089$$

$$y_{b2} = \frac{97}{2000} = 0,049$$

### **Paprsek C**

$$y_{c1P} = \frac{540}{1940} = 0,278$$

$$y_{c1L} = \frac{43}{2000} = 0,022$$

### **7. Kritický vjezd ve fázi**

1. fáze  $y_{a1} = 0,329$

2. fáze  $y_{c1P} = 0,278$

### **8. Celkový stupeň saturace**

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad (6)$$

kde:

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$i$  – pořadové číslo i-té fáze v cyklu

$n$  – počet fází v jednom cyklu.

$$Y = y_{a1} + y_{c1P} = 0,329 + 0,278 = 0,607$$

### **9. Mezičas mezi fázemi**

1. fáze  $t_{m1} = 15 \text{ s}$

2. fáze  $t_{m2} = 4 \text{ s}$

### **10. Ztrátový čas pro každou fázi**

$$l = t_m \quad (7)$$

kde:

$l$  – Ztrátový čas pro každou fázi [s],

$t_m$  – Mezičas pro každou fázi [s].

$$l_1 = t_{m1} = 15 \text{ s}$$

$$l_2 = t_{m2} = 4 \text{ s}$$

### 11. Celkový ztrátový čas na cyklus

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} \quad (8)$$

kde:

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$i$  – i-tá fáze v cyklu,

$n$  – počet fází v jednom cyklu,

$t_m$  – mezičas i-té fáze [s].

$$L = l_1 + l_2 = 15 + 4 = 19 \text{ s}$$

### 12. Optimální cyklus

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot L}{1-Y} \quad (9)$$

kde:

$t_{c,opt}$  – Optimální cyklus [s],

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot 19}{1 - 0,607} = 72,52 \text{ s}$$



### 13. Reálná délka cyklu

$$0,75 \cdot t_{c,opt} < t_c < 1,5 \cdot t_{c,opt}$$

$$0,75 \cdot 72,52 = 54,39 \text{ s}$$

$$1,5 \cdot 72,52 = 108,78 \text{ s}$$

$$54,39 < t_c < 108,72 \quad \Rightarrow \quad \text{CYKLUS } t_c = 80 \text{ s}$$

### 14. Délka zelených signálů

$$z = \frac{\max y \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (10)$$

kde:

$z$  – Délka zelené [s],

$y$  – Stupeň saturace [-],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$L$  – celkový ztrátový čas za cyklus [s].

$$z_1 = \frac{0,329 \cdot (80 - 19)}{0,607} = 33,06 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 33 \text{ s}$$

$$z_2 = \frac{0,278 \cdot (80 - 19)}{0,607} = 27,94 \text{ s} \cong 28 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 28 \text{ s}$$

### 15. Kapacita běžného vjezdu a levé odbočení ovlivněné protisměrem

$$C_v = C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} \quad (11)$$

kde:

$C_v$  – Kapacita běžného vjezdu [pvoz/h],

$C_s$  – Kapacita na stopčáře [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'$  - Délka efektivní zelené [s],

$t_c$  – Délka cyklu [s].

### **Paprsek A**

$$C_{v,a1} = S_{v,a1} \cdot \frac{z'_{a1}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{33}{80} = 750 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{s,a2} = S_{v,a2} \cdot \frac{z'_{a2}}{t_c} = 1960 \cdot \frac{33}{80} = 808 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$C_{v,b1} = S_{v,b1} \cdot \frac{z'_{b1}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{33}{80} = 750 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,b2} = S_{v,b2} \cdot \frac{z'_{b2}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{33}{80} = 750 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$C_{v,c1P} = S_{v,c1P} \cdot \frac{z'_{c1P}}{t_c} = 1940 \cdot \frac{28}{80} = 679 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,c1L} = S_{v,c1L} \cdot \frac{z'_{c1L}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{28}{80} = 700 \text{ pvoz/h}$$

## **16. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem**

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (12)$$

kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 323 + 135 + 700 = 1158 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (13)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 275) \cdot (28 \cdot 4000 - 275 \cdot 80)}{80 \cdot (4000 - 275)} = 323 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (14)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{80} = 135 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_o}{t_c} \quad (15)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_o$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{28}{80} = 700 \text{ pvoz/h}$$

### 17. Kapacita vjezdu

$$\text{Menší z hodnot } C_s \text{ a } C_L \Rightarrow C_s = 808 \text{ pvoz/h}$$

### 18. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (16)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

#### Paprsek A

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{658}{750}\right) \cdot 100 = 12,27 \%$$

$$Rez_{a2} = \left(1 - \frac{466}{808}\right) \cdot 100 = 42,33 \%$$

#### Paprsek B

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{178}{750}\right) \cdot 100 = 76,27 \%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{97}{750}\right) \cdot 100 = 87,06 \%$$

#### Paprsek C

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{540}{679}\right) \cdot 100 = 20,47 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{43}{700}\right) \cdot 100 = 93,86 \%$$

## 19. Střední doba zdržení

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (17)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$t_{w,a1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 658 \cdot 33} + \frac{658 \cdot 3600}{750^2 - 658 \cdot 750} \right) = 34,92 \text{ s}$$

$$t_{w,a2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 808}{808 \cdot 80 - 466 \cdot 33} + \frac{466 \cdot 3600}{808^2 - 466 \cdot 808} \right) = 19,04 \text{ s}$$

### Paprsek B

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 178 \cdot 33} + \frac{178 \cdot 3600}{750^2 - 178 \cdot 750} \right) = 14,45 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 97 \cdot 33} + \frac{97 \cdot 3600}{750^2 - 97 \cdot 750} \right) = 13,45 \text{ s}$$

### Paprsek C

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 28)^2 \cdot 679}{679 \cdot 80 - 540 \cdot 28} + \frac{540 \cdot 3600}{679^2 - 540 \cdot 679} \right) = 30,35 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 28)^2 \cdot 700}{700 \cdot 80 - 43 \cdot 28} + \frac{43 \cdot 3600}{700^2 - 43 \cdot 750} \right) = 15,70 \text{ s}$$

## 20. Úroveň kvality dopravy

**Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky**

| Úroveň kvality dopravy   |                 | Střední doba zdržení [s] |
|--|-----------------|--------------------------|
| Označení   | Charakteristika |                          |
| A  | Velmi dobrá     | $\leq 20$                |
| B  | Dobrá           | $\leq 35$                |
| C  | Uspokojivá      | $\leq 50$                |
| D  | Dostatečná      | $\leq 70$                |
| E  | Nestabilní      | $> 70$                   |
| F  | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $\text{Rez} \leq 0$ |                 |                          |

*Obrázek 1 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]*

$$t_{w,a1} = 34,92 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w,a2} = 19,04 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b1} = 14,45 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b2} = 13,45 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1P} = 30,35 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w,c1L} = 15,70 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

## Příloha P.5 – Signální plán varianty A

|         | Fáze | Signální plán (délka cyklu 80s) |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
|---------|------|---------------------------------|--|----|--|-------------------|--|----------------|--|----|--|----|--|----|--|----|--|--|
|         |      | 1. fáze = 33 s                  |  |    |  | 1. mezíčas = 15 s |  | 2. fáze = 28 s |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
|         |      | 10                              |  | 20 |  | 30                |  | 40             |  | 50 |  | 60 |  | 70 |  | 80 |  |  |
|         |      | Délka zelené                    |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VA      | 1    | 33                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VA, VAL | 1    | 33                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VB      | 1    | 33                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VB, VBP | 1    | 33                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VCP     | 2    | 28                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| VCL     | 2    | 28                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| TA      | 1    | 33                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| TB      | 1    | 35                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| TBP     | 1    | 35                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| TCL     | 2    | 25                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PB1     | 2    | 29                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PB2     | 2    | 27                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PH      | 2    | 31                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PC1     | 1    | 36                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PC2     | 1    | 21                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |
| PG      | 1    | 21                              |  |    |  |                   |  |                |  |    |  |    |  |    |  |    |  |  |

## Příloha P.6 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty B

| Najíždějí |       |        |                         |                            |                                    | Vyklízejí |        |                         |                                       |                            |  |                         |   |  |
|-----------|-------|--------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------|--------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|-------------------------|---|--|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha $L_n$ | Najíždějící rychlost $V_n$ | Najíždějící doba $t_n = L_n / V_n$ | Vjezd     | Směr   | Vyklízející dráha $L_v$ | Délka vyklízejícího vozidla $l_{voz}$ | Vyklízející rychlost $V_v$ | Vyklízející doba $t_v = (L_v + l_{voz}) / V_v$ | Bezpečnostní doba $t_b$ | Vypočtený mezičas $t_m = t_v - t_n + t_b$ | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |        | m                       | m/s                        | s                                  |           |        | m                       | m                                     | m/s                        | s  | s                       | s   | s  |
| Vozidla   | VA    | Rovně  | 2                       | 9,7                        | 0,21                               | PB2       | Rovně  | 5                       | 0                                     | 1,4                        | 3,57   | 0                       | 3,37                                      | 4  |
|           | VAL   | Vlevo  | 6                       | 7                          | 0,86                               | TA        | Rovně  | 5                       | 15                                    | 7                          | 2,86   | 0                       | 2,00                                      | 2  |
|           |       | Vlevo  | 11                      | 7                          | 1,57                               | TB        | Rovně  | 54                      | 15                                    | 7                          | 9,86   | 0                       | 8,29                                      | 9  |
|           |       | Vlevo  | 27                      | 7                          | 3,86                               | TBP       | Vpravo | 57                      | 15                                    | 7                          | 10,29  | 0                       | 6,43                                      | 7  |
|           |       | Vlevo  | 16                      | 7                          | 2,29                               | VB        | Rovně  | 54                      | 5                                     | 9,7                        | 6,08   | 2                       | 5,80                                      | 6  |
|           |       | Vlevo  | 40                      | 7                          | 5,71                               | VBP       | Vpravo | 65                      | 5                                     | 7                          | 10,00  | 2                       | 6,29                                      | 7  |
|           |       | Vlevo  | 19                      | 7                          | 2,71                               | VCL       | Vlevo  | 7                       | 5                                     | 7                          | 1,71   | 2                       | 1,00                                      | 1  |
|           |       | Vlevo  | 23                      | 7                          | 3,29                               | TCL       | Vlevo  | 6                       | 15                                    | 7                          | 3,00   | 0                       | -0,29                                     | 0  |
|           |       | Vlevo  | 90                      | 7                          | 12,86                              | PC2       | Rovně  | 1,5                     | 1                                     | 1,4                        | 1,79   | 0                       | -11,07                                    | 0  |
|           | VB    | Rovně  | 1,5                     | 9,7                        | 0,15                               | PB1       | Rovně  | 1                       | 0                                     | 1,4                        | 0,71   | 0                       | 0,56                                      | 1  |
|           |       | Rovně  | 39                      | 9,7                        | 4,02                               | TBP       | Vpravo | 39                      | 15                                    | 7                          | 7,71   | 0                       | 3,69                                      | 4  |
|           |       | Rovně  | 47                      | 9,7                        | 4,85                               | TCL       | Vlevo  | 18                      | 15                                    | 7                          | 4,71   | 0                       | -0,13                                     | 0  |
|           |       | Rovně  | 56                      | 9,7                        | 5,77                               | VAL       | Vlevo  | 14                      | 5                                     | 7                          | 2,71   | 2                       | -1,06                                     | 0  |
|           |       | Rovně  | 52                      | 9,7                        | 5,36                               | VCL       | Vlevo  | 13                      | 5                                     | 7                          | 2,57   | 2                       | -0,79                                     | 0  |
|           | VBP   | Vpravo | 1,5                     | 7                          | 0,21                               | PB1       | Rovně  | 1                       | 0                                     | 1,4                        | 0,71   | 0                       | 0,50                                      | 1  |
|           |       | Vpravo | 90                      | 7                          | 12,86                              | PC2       | Rovně  | 1                       | 0                                     | 1,4                        | 0,71   | 0                       | -12,14                                    | 0  |
|           |       | Vpravo | 65                      | 7                          | 9,29                               | VAL       | Vlevo  | 40                      | 5                                     | 7                          | 6,43   | 2                       | -0,86                                     | 0  |
|           | VCL   | Vlevo  | 14                      | 7                          | 2,00                               | VB        | Rovně  | 52                      | 5                                     | 9,7                        | 5,88   | 2                       | 5,88                                      | 6  |
|           |       | Vlevo  | 20                      | 7                          | 2,86                               | TB        | Rovně  | 44                      | 15                                    | 7                          | 8,43   | 0                       | 5,57                                      | 6  |
|           |       | Vlevo  | 28                      | 7                          | 4,00                               | TA        | Rovně  | 23                      | 15                                    | 7                          | 5,43   | 0                       | 1,43                                      | 2  |
|           |       | Vlevo  | 7                       | 7                          | 1,00                               | VAL       | Vlevo  | 19                      | 5                                     | 7                          | 3,43   | 2                       | 4,43                                      | 5  |
|           |       | Vlevo  | 58                      | 7                          | 8,29                               | PB2       | Rovně  | 1,5                     | 0                                     | 1,4                        | 1,07   | 0                       | -7,21                                     | 0  |



| Najíždějí |       |        |                      |                         |                                    | Vyklízejí |       |                      |                                  |                         |  |                      |   |  |
|-----------|-------|--------|----------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|----------------------|---|--|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba $t_n = L_n / V_n$ | Vjezd     | Směr  | Vyklízující dráha Lv | Délka vyklízujícího vozidla lvoz | Vyklízující rychlost Vv | Vyklízující doba $t_v = (L_v + l_{voz}) / V_v$ | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas $t_m = t_v - t_n + t_b$ | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |        | m                    | m/s                     | s                                  |           |       | m                    | m                                | m/s                     | s  | s                    | s   | s  |
| Tramvaje  | TA    | Rovně  | 5                    | 7                       | 0,71                               | VAL       | Vlevo | 6                    | 5                                | 7                       | 1,57   | 2                    | 2,86                                      | 3  |
|           |       | Rovně  | 23                   | 7                       | 3,29                               | VCL       | Vlevo | 28                   | 5                                | 7                       | 4,71   | 2                    | 3,43                                      | 4  |
|           |       | Rovně  | 46                   | 7                       | 6,57                               | TCL       | Vlevo | 47                   | 15                               | 7                       | 8,86   | 0                    | 2,29                                      | 3  |
|           |       | Rovně  | 55                   | 7                       | 7,86                               | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71   | 0                    | -7,14                                     | 0  |
|           | TB    | Rovně  | 1,5                  | 7                       | 0,21                               | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71   | 0                    | 0,50                                      | 1  |
|           |       | Rovně  | 33                   | 7                       | 4,71                               | TCL       | Vlevo | 30                   | 15                               | 7                       | 6,43   | 0                    | 1,71                                      | 2  |
|           |       | Rovně  | 44                   | 7                       | 6,29                               | VCL       | Vlevo | 20                   | 5                                | 7                       | 3,57   | 2                    | -0,71                                     | 0  |
|           |       | Rovně  | 56                   | 7                       | 8,00                               | VAL       | Vlevo | 10                   | 5                                | 7                       | 2,14   | 0                    | -5,86                                     | 0  |
|           | TBP   | Vpravo | 1,5                  | 7                       | 0,21                               | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71   | 0                    | 0,50                                      | 1  |
|           |       | Vpravo | 39                   | 7                       | 5,57                               | VB        | Rovně | 39                   | 5                                | 9,7                     | 4,54   | 2                    | 0,96                                      | 1  |
|           |       | Vpravo | 57                   | 7                       | 8,14                               | VAL       | Vlevo | 27                   | 5                                | 7                       | 4,57   | 2                    | -1,57                                     | 0  |
|           |       | Vpravo | 96                   | 7                       | 13,71                              | PG        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71   | 0                    | -13,00                                    | 0  |
|           | TCL   | Vlevo  | 18                   | 7                       | 2,57                               | VB        | Rovně | 47                   | 5                                | 9,7                     | 5,36   | 2                    | 4,79                                      | 5  |
|           |       | Vlevo  | 30                   | 7                       | 4,29                               | TB        | Rovně | 33                   | 15                               | 7                       | 6,86   | 0                    | 2,57                                      | 3  |
|           |       | Vlevo  | 47                   | 7                       | 6,71                               | TA        | Rovně | 46                   | 15                               | 7                       | 8,71   | 0                    | 2,00                                      | 2  |
|           |       | Vlevo  | 6                    | 7                       | 0,86                               | VAL       | Vlevo | 23                   | 5                                | 7                       | 4,00   | 2                    | 5,14                                      | 5  |
|           |       | Vlevo  | 1,5                  | 7                       | 0,21                               | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71   | 0                    | 0,50                                      | 1  |

| Najíždějí |       |       |                      |                         |                           | Vyklízejí |        |                      |                                  |                         |                                  |                      |                            |  |
|-----------|-------|-------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr  | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr   | Vyklízející dráha Lv | Délka vyklízejícího vozidla lvoz | Vyklízející rychlost Vv | Vyklízející doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas tm=tv+tb | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |       | m                    | m/s                     | s                         |           |        | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                          | s  |
| Chodci    | PB1   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VB        | Rovně  | 1,5                  | 5                                | 9,7                     | 0,67                             | 2                    | 1,96                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 1,5                  | 5                                | 7                       | 0,93                             | 2                    | 2,21                       | 2  |
|           | PB2   | Rovně | 5                    | 1,4                     | 3,57                      | VA        | Rovně  | 2                    | 5                                | 9,7                     | 0,72                             | 2                    | -0,85                      | 0  |
|           |       | Rovně | 1,5                  | 1,4                     | 1,07                      | VCL       | Vlevo  | 58                   | 5                                | 7                       | 9,00                             | 2                    | 9,93                       | 10                                       |
|           | PH    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TB        | Rovně  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TA        | Rovně  | 55                   | 15                               | 7                       | 10,00                            | 0                    | 9,29                       | 10                                       |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TCL       | Vlevo  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           | PC2   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VAL       | Vlevo  | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           | PG    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 96                   | 15                               | 7                       | 15,86                            | 0                    | 15,14                      | 15                                       |

Univerzální tabulka mezičasů varianty B

|         |     | Najíždí |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |     |     |    |
|---------|-----|---------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|
|         |     | VA      | VAL | VB | VBP | VCL | VCP | TA | TB | TBP | TCL | PB1 | PB2 | PH | PC1 | PC2 | PG |
| Vyklízí | VA  | X       | X   |    |     |     |     |    |    |     |     |     | 0   |    |     |     |    |
|         | VAL | X       | X   | 0  | 0   | 5   |     | 3  | 0  | 0   | 5   |     |     |    |     | 15  |    |
|         | VB  |         | 6   | X  | X   | 6   |     |    |    | 1   | 5   | 2   |     |    |     |     |    |
|         | VBP |         | 7   | X  | X   |     |     |    |    |     |     | 2   |     |    |     | 15  |    |
|         | VCL |         | 1   | 0  |     | X   | X   | 4  | 0  |     |     |     | 10  |    |     |     |    |
|         | VCP |         |     |    |     | X   | X   |    |    |     |     |     |     |    |     |     |    |
|         | TA  |         | 2   |    |     | 2   |     | X  |    |     | 2   |     |     | 10 |     |     |    |
|         | TB  |         | 9   |    |     | 6   |     |    | X  | X   | 3   |     |     | 2  |     |     |    |
|         | TBP |         | 7   | 4  |     |     |     |    | X  | X   |     |     |     | 2  |     |     | 15 |
|         | TCL |         | 0   | 0  |     |     |     | 3  | 2  |     | X   |     |     | 2  |     |     |    |
|         | PB1 |         |     | 1  | 1   |     |     |    |    |     |     | X   | X   | X  |     |     |    |
|         | PB2 | 4       |     |    |     | 0   |     |    |    |     |     | X   | X   | X  |     |     |    |
|         | PH  |         |     |    |     |     |     | 0  | 1  | 1   | 1   | X   | X   | X  |     |     |    |
|         | PC1 |         |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    | X   | X   | X  |
|         | PC2 |         | 0   |    | 0   |     |     |    |    |     |     |     |     |    | X   | X   | X  |
|         | PG  |         |     |    |     |     |     |    |    | 0   |     |     |     |    | X   | X   | X  |

## Příloha P.7 – Kapacitní výpočty varianty B

### 1. Vstupní hodnoty výpočtu

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1    | 1    | 758       | R          | 0     | 1000  | 0,67  |
|         |            | 2    | 1    | 381       | L          | 0     | 38    | 0,33  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 228       | R          | 0     | 1000  | 0,83  |
|         |            | 2    | 1    | 47        | P          | 0     | 108   | 0,17  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 540       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 43        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

### 2. Koeficient sklonu

$$k_{skl,a1} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} \quad (1)$$

Kde:

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$a$  – podélný sklon vjezdu [%].

#### Paprsek A

$$k_{skl,a1} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,a2} = 1 - 0,02 \cdot a_{a2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek B

$$k_{skl,b1} = 1 - 0,02 \cdot a_{b1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,b2} = 1 - 0,02 \cdot a_{b2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{skl,c1p} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1p} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,c1L} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1L} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

### 3. Koeficient oblouku

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} \quad (2)$$

kde:

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-],

$R$  – poloměr oblouku pro odbočení [m],

$f$  – podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu ku celkové intenzitě vjezdu [-].

#### Paprsek A

$$k_{obl,a1} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 0,67} = 1$$

$$k_{obl,a2} = \frac{38}{38 + 1,5 \cdot 0,33} = 0,99$$

#### Paprsek B

$$k_{obl,b1} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 0,83} = 1$$

$$k_{obl,b2} = \frac{108}{108 + 1,5 \cdot 0,17} = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{obl,c1P} = \frac{46}{46 + 1,5 \cdot 0,93} = 0,97$$

$$k_{obl,c1L} = \frac{114}{114 + 1,5 \cdot 0,07} = 1$$

### 4. Saturevaný tok řadícího pruhu

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (3)$$

kde:

$S_i$  – Saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h],

$S_{zákl}$  – Základní saturovaný tok [pvoz/h],

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-].

### **Paprsek A**

$$S_{i,a1} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,a2} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,99 = 1980 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{i,b1} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,b2} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{i,c1P} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,c1L} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **5. Saturovaný tok vjezdu**

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i \tag{4}$$

kde:

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$S_i$  – Saturovaný tok jednoho řadícího pruhu [pvoz/h],

$n_p$  – počet řadících pruhů, které tvoří jeden vjezd [-].

### **Paprsek A**

$$S_{v,a1} = S_{i,a1} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,a2} = S_{i,a2} = 1980 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{v,b1} = S_{i,b1} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,b2} = S_{i,b2} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{v,c1P} = S_{i,c1P} = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,c1L} = S_{i,c1L} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **6. Stupeň saturace**

$$y = \frac{I_v}{S_v} \tag{5}$$

kde:

$y$  – Stupeň saturace vjezdu [-],

$I_v$  – Návrhová intenzita na vjezdu [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$y_{a1} = \frac{758}{2000} = 0,379$$

$$y_{a2} = \frac{381}{1980} = 0,192$$

### **Paprsek B**

$$y_{b1} = \frac{228}{2000} = 0,114$$

$$y_{b2} = \frac{47}{2000} = 0,024$$

### **Paprsek C**

$$y_{c1P} = \frac{540}{1940} = 0,278$$

$$y_{c1L} = \frac{43}{2000} = 0,022$$

### **7. Kritický vjezd ve fázi**

$$1. \text{ fáze} \quad y_{a1} = 0,379$$

$$2. \text{ fáze} \quad y_{c1P} = 0,278$$

### **8. Celkový stupeň saturace**

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad (6)$$

kde:

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$i$  – pořadové číslo  $i$ -té fáze v cyklu

$n$  – počet fází v jednom cyklu.

$$Y = y_{a1} + y_{c1P} = 0,379 + 0,278 = 0,657$$

### **9. Mezičas mezi fázemi**

$$1. \text{ fáze} \quad t_{m1} = 10 \text{ s}$$

$$2. \text{ fáze} \quad t_{m2} = 4 \text{ s}$$

### **10. Ztrátový čas pro každou fázi**

$$l = t_m \quad (7)$$

kde:

$l$  – Ztrátový čas pro každou fázi [s],

$t_m$  – Mezičas pro každou fázi [s].

$$l_1 = t_{m1} = 10 \text{ s}$$

$$l_2 = t_{m2} = 4 \text{ s}$$

### 11. Celkový ztrátový čas na cyklus

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} \quad (8)$$

kde:

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$i$  – i-tá fáze v cyklu,

$n$  – počet fází v jednom cyklu,

$t_m$  – mezičas i-té fáze [s].

$$L = l_1 + l_2 = 10 + 4 = 14 \text{ s}$$

### 12. Optimální cyklus

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot L}{1-Y} \quad (9)$$

kde:

$t_{c,opt}$  – Optimální cyklus [s],

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot 14}{1 - 0,657} = 61,22 \text{ s}$$



### 13. Reálná délka cyklu

$$0,75 \cdot t_{c,opt} < t_c < 1,5 \cdot t_{c,opt}$$

$$0,75 \cdot 61,22 = 45,92 \text{ s}$$

$$1,5 \cdot 61,22 = 91,83 \text{ s}$$

$$45,92 < t_c < 91,83 \quad \Rightarrow \quad \text{CYKLUS } t_c = 70 \text{ s}$$

### 14. Délka zelených signálů

$$z = \frac{\max y \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (10)$$

kde:

$z$  – Délka zelené [s],

$y$  – Stupeň saturace [-],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s].

$$z_1 = \frac{0,379 \cdot (70 - 14)}{0,657} = 32,3 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 32 \text{ s}$$

$$z_2 = \frac{0,278 \cdot (70 - 14)}{0,657} = 23,69 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 24 \text{ s}$$

### 15. Kapacita běžného vjezdu a levé odbočení ovlivněné protisměrem

$$C_v = C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} \quad (11)$$

kde:

$C_v$  – Kapacita běžného vjezdu [pvoz/h],

$C_s$  – Kapacita na stopčáře [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'$  - Délka efektivní zelené [s],

$t_c$  – Délka cyklu [s].

### **Paprsek A**

$$C_{v,a1} = S_{v,a1} \cdot \frac{z'_{a1}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{32}{70} = 914 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{s,a2} = S_{v,a2} \cdot \frac{z'_{a2}}{t_c} = 1980 \cdot \frac{32}{70} = 905 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$C_{v,b1} = S_{v,b1} \cdot \frac{z'_{b1}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{32}{70} = 914 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,b2} = S_{v,b2} \cdot \frac{z'_{b2}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{32}{70} = 914 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$C_{v,c1P} = S_{v,c1P} \cdot \frac{z'_{c1P}}{t_c} = 1940 \cdot \frac{24}{70} = 665 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,c1L} = S_{v,c1L} \cdot \frac{z'_{c1L}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{24}{70} = 685 \text{ pvoz/h}$$

## **16. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem**

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (12)$$

kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 273 + 154 + 685 = 1112 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (13)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 228) \cdot (24 \cdot 2000 - 228 \cdot 70)}{70 \cdot (2000 - 228)} = 273 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (14)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{70} = 154 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_o}{t_c} \quad (15)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_o$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{24}{70} = 685 \text{ pvoz/h}$$

## 17. Kapacita vjezdu

Menší z hodnot  $C_s$  a  $C_L$

$\Rightarrow$

$$C_s = 905 \text{ pvoz/h}$$

## 18. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (16)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{758}{914}\right) \cdot 100 = 17,07 \%$$

$$Rez_{a2} = \left(1 - \frac{381}{905}\right) \cdot 100 = 57,90 \%$$

### Paprsek B

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{228}{914}\right) \cdot 100 = 75,05 \%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{47}{914}\right) \cdot 100 = 94,86 \%$$

### Paprsek C

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{540}{665}\right) \cdot 100 = 18,80 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{43}{685}\right) \cdot 100 = 93,72 \%$$

## 19. Střední doba zdržení

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (17)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$t_{w,a1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 758 \cdot 32} + \frac{758 \cdot 3600}{914^2 - 758 \cdot 914} \right) = 23,56 \text{ s}$$

$$t_{w,a2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 905}{905 \cdot 70 - 381 \cdot 32} + \frac{381 \cdot 3600}{905^2 - 381 \cdot 905} \right) = 12,80 \text{ s}$$

### Paprsek B

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 228 \cdot 32} + \frac{228 \cdot 3600}{914^2 - 228 \cdot 914} \right) = 11,07 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 47 \cdot 32} + \frac{47 \cdot 3600}{914^2 - 47 \cdot 914} \right) = 9,60 \text{ s}$$

### Paprsek C

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 24)^2 \cdot 665}{665 \cdot 70 - 540 \cdot 24} + \frac{540 \cdot 3600}{665^2 - 540 \cdot 665} \right) = 29,37 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 24)^2 \cdot 685}{685 \cdot 70 - 43 \cdot 24} + \frac{43 \cdot 3600}{685^2 - 43 \cdot 685} \right) = 14,06 \text{ s}$$

## 20. Úroveň kvality dopravy

**Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky**

| Úroveň kvality dopravy   |                 | Střední doba zdržení [s] |
|--|-----------------|--------------------------|
| Označení   | Charakteristika |                          |
| A  | Velmi dobrá     | $\leq 20$                |
| B  | Dobrá           | $\leq 35$                |
| C  | Uspokojivá      | $\leq 50$                |
| D  | Dostatečná      | $\leq 70$                |
| E  | Nestabilní      | $> 70$                   |
| F  | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $\text{Rez} \leq 0$ |                 |                          |

*Obrázek 1 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]*

$$t_{w,a1} = 23,56 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w,a2} = 12,80 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b1} = 11,07 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b2} = 9,60 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1P} = 29,37 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w,c1L} = 14,06 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

## Příloha P.8 – Signální plán varianty B

|    | Fáze | Délka zeleně | Signální plán (délka cyklu 70s) |    |    |    |    |                  |    |    |    |    | 2.mezíča      |    |    |    |    |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|------|--------------|---------------------------------|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|    |      |              | 1.fáze = 32 s                   |    |    |    |    | 1.mezíčas = 10 s |    |    |    |    | 2.fáze = 24 s |    |    |    |    | s = 4s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |      |              | 10                              | 20 | 30 | 40 | 50 | 60               | 70 | 10 | 20 | 30 | 40            | 50 | 60 | 70 | 10 | 20     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| VA | 1    | 32           |                                 |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |               |    |    |    |    |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## Příloha P.9 – Výpočet mezičasů a univerzální tabulka mezičasů varianty C

| Najíždějí |       |        |                      |                         |                           | Vyklízejí |        |                      |                                  |                         |                                  |                      |                               |  |
|-----------|-------|--------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr   | Vyklízející dráha Lv | Délka vyklízejícího vozidla lvoz | Vyklízející rychlost Vv | Vyklízející doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas tm=tv-tn+tb | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |        | m                    | m/s                     | s                         |           |        | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                             | s  |
| Vozidla   | VA    | Rovně  | 35                   | 9,7                     | 3,61                      | PB2       | Rovně  | 5                    | 0                                | 1,4                     | 3,57                             | 0                    | -0,04                         | 0  |
|           | VAL   | Vlevo  | 6                    | 7                       | 0,86                      | TA        | Rovně  | 5                    | 15                               | 7                       | 2,86                             | 0                    | 2,00                          | 2  |
|           |       | Vlevo  | 11                   | 7                       | 1,57                      | TB        | Rovně  | 54                   | 15                               | 7                       | 9,86                             | 0                    | 8,29                          | 9  |
|           |       | Vlevo  | 27                   | 7                       | 3,86                      | TBP       | Vpravo | 57                   | 15                               | 7                       | 10,29                            | 0                    | 6,43                          | 7  |
|           |       | Vlevo  | 16                   | 7                       | 2,29                      | VB        | Rovně  | 54                   | 5                                | 9,7                     | 6,08                             | 2                    | 5,80                          | 6  |
|           |       | Vlevo  | 40                   | 7                       | 5,71                      | VBP       | Vpravo | 65                   | 5                                | 7                       | 10,00                            | 2                    | 6,29                          | 7  |
|           |       | Vlevo  | 19                   | 7                       | 2,71                      | VCL       | Vlevo  | 7                    | 5                                | 7                       | 1,71                             | 2                    | 1,00                          | 1  |
|           |       | Vlevo  | 23                   | 7                       | 3,29                      | TCL       | Vlevo  | 6                    | 15                               | 7                       | 3,00                             | 0                    | -0,29                         | 0  |
|           |       | Vlevo  | 90                   | 7                       | 12,86                     | PC2       | Rovně  | 1,5                  | 1                                | 1,4                     | 1,79                             | 0                    | -11,07                        | 0  |
|           | VB    | Rovně  | 1,5                  | 9,7                     | 0,15                      | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,56                          | 1  |
|           |       | Rovně  | 39                   | 9,7                     | 4,02                      | TBP       | Vpravo | 39                   | 15                               | 7                       | 7,71                             | 0                    | 3,69                          | 4  |
|           |       | Rovně  | 47                   | 9,7                     | 4,85                      | TCL       | Vlevo  | 18                   | 15                               | 7                       | 4,71                             | 0                    | -0,13                         | 0  |
|           |       | Rovně  | 56                   | 9,7                     | 5,77                      | VAL       | Vlevo  | 14                   | 5                                | 7                       | 2,71                             | 2                    | -1,06                         | 0  |
|           |       | Rovně  | 52                   | 9,7                     | 5,36                      | VCL       | Vlevo  | 13                   | 5                                | 7                       | 2,57                             | 2                    | -0,79                         | 0  |
|           | VBP   | Vpravo | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PB1       | Rovně  | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                          | 1  |
|           |       | Vpravo | 90                   | 7                       | 12,86                     | PC2       | Rovně  | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | -12,14                        | 0  |
|           |       | Vpravo | 65                   | 7                       | 9,29                      | VAL       | Vlevo  | 40                   | 5                                | 7                       | 6,43                             | 2                    | -0,86                         | 0  |
|           | VCL   | Vlevo  | 14                   | 7                       | 2,00                      | VB        | Rovně  | 52                   | 5                                | 9,7                     | 5,88                             | 2                    | 5,88                          | 6  |
|           |       | Vlevo  | 20                   | 7                       | 2,86                      | TB        | Rovně  | 44                   | 15                               | 7                       | 8,43                             | 0                    | 5,57                          | 6  |
|           |       | Vlevo  | 28                   | 7                       | 4,00                      | TA        | Rovně  | 23                   | 15                               | 7                       | 5,43                             | 0                    | 1,43                          | 2  |
|           |       | Vlevo  | 7                    | 7                       | 1,00                      | VAL       | Vlevo  | 19                   | 5                                | 7                       | 3,43                             | 2                    | 4,43                          | 5  |
|           |       | Vlevo  | 58                   | 7                       | 8,29                      | PB2       | Rovně  | 1,5                  | 0                                | 1,4                     | 1,07                             | 0                    | -7,21                         | 0  |



| Najíždějí |       |        |                      |                         |                           | Vyklízejí |       |                      |                                  |                         |                                  |                      |                            |  |
|-----------|-------|--------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr   | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr  | Vyklízující dráha Lv | Délka vyklízujícího vozidla lvoz | Vyklízující rychlost Vv | Vyklízující doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezikas tm=tv+tb | Mezikas pro univerzální tabulku mezikasů |
|           |       |        | m                    | m/s                     | s                         |           |       | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                          | s  |
| Tramvaje  | TA    | Rovně  | 5                    | 7                       | 0,71                      | VAL       | Vlevo | 6                    | 5                                | 7                       | 1,57                             | 2                    | 2,86                       | 3  |
|           |       | Rovně  | 23                   | 7                       | 3,29                      | VCL       | Vlevo | 28                   | 5                                | 7                       | 4,71                             | 2                    | 3,43                       | 4  |
|           |       | Rovně  | 46                   | 7                       | 6,57                      | TCL       | Vlevo | 47                   | 15                               | 7                       | 8,86                             | 0                    | 2,29                       | 3  |
|           |       | Rovně  | 55                   | 7                       | 7,86                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | -7,14                      | 0  |
|           | TB    | Rovně  | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |
|           |       | Rovně  | 33                   | 7                       | 4,71                      | TCL       | Vlevo | 30                   | 15                               | 7                       | 6,43                             | 0                    | 1,71                       | 2  |
|           |       | Rovně  | 44                   | 7                       | 6,29                      | VCL       | Vlevo | 20                   | 5                                | 7                       | 3,57                             | 2                    | -0,71                      | 0  |
|           |       | Rovně  | 56                   | 7                       | 8,00                      | VAL       | Vlevo | 10                   | 5                                | 7                       | 2,14                             | 0                    | -5,86                      | 0  |
|           | TBP   | Vpravo | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |
|           |       | Vpravo | 39                   | 7                       | 5,57                      | VB        | Rovně | 39                   | 5                                | 9,7                     | 4,54                             | 2                    | 0,96                       | 1  |
|           |       | Vpravo | 57                   | 7                       | 8,14                      | VAL       | Vlevo | 27                   | 5                                | 7                       | 4,57                             | 2                    | -1,57                      | 0  |
|           |       | Vpravo | 96                   | 7                       | 13,71                     | PG        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | -13,00                     | 0  |
|           | TCL   | Vlevo  | 18                   | 7                       | 2,57                      | VB        | Rovně | 47                   | 5                                | 9,7                     | 5,36                             | 2                    | 4,79                       | 5  |
|           |       | Vlevo  | 30                   | 7                       | 4,29                      | TB        | Rovně | 33                   | 15                               | 7                       | 6,86                             | 0                    | 2,57                       | 3  |
|           |       | Vlevo  | 47                   | 7                       | 6,71                      | TA        | Rovně | 46                   | 15                               | 7                       | 8,71                             | 0                    | 2,00                       | 2  |
|           |       | Vlevo  | 6                    | 7                       | 0,86                      | VAL       | Vlevo | 23                   | 5                                | 7                       | 4,00                             | 2                    | 5,14                       | 5  |
|           |       | Vlevo  | 1,5                  | 7                       | 0,21                      | PH        | Rovně | 1                    | 0                                | 1,4                     | 0,71                             | 0                    | 0,50                       | 1  |

| Najíždějí |       |       |                      |                         |                           | Vyklízejí |        |                      |                                  |                         |                                  |                      |                            |  |
|-----------|-------|-------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|--------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|
|           | Vjezd | Směr  | Najíždějící dráha Ln | Najíždějící rychlost Vn | Najíždějící doba tn=Ln/Vn | Vjezd     | Směr   | Vyklízující dráha Lv | Délka vyklízujícího vozidla lvoz | Vyklízující rychlost Vv | Vyklízující doba tv=(Lv+lvoz)/Vv | Bezpečnostní doba tb | Vypočtený mezičas tm=tv+tb | Mezičas pro univerzální tabulku mezičasů |
|           |       |       | m                    | m/s                     | s                         |           |        | m                    | m                                | m/s                     | s                                | s                    | s                          | s  |
| Chodci    | PB1   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VB        | Rovně  | 1,5                  | 5                                | 9,7                     | 0,67                             | 2                    | 1,96                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 1,5                  | 5                                | 7                       | 0,93                             | 2                    | 2,21                       | 2  |
|           | PB2   | Rovně | 5                    | 1,4                     | 3,57                      | VA        | Rovně  | 2                    | 5                                | 9,7                     | 0,72                             | 2                    | -0,85                      | 0  |
|           |       | Rovně | 1,5                  | 1,4                     | 1,07                      | VCL       | Vlevo  | 58                   | 5                                | 7                       | 9,00                             | 2                    | 9,93                       | 10                                       |
|           | PH    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TB        | Rovně  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TA        | Rovně  | 55                   | 15                               | 7                       | 10,00                            | 0                    | 9,29                       | 10                                       |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TCL       | Vlevo  | 1,5                  | 15                               | 7                       | 2,36                             | 0                    | 1,64                       | 2  |
|           | PC2   | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VBP       | Vpravo | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           |       | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | VAL       | Vlevo  | 90                   | 5                                | 7                       | 13,57                            | 2                    | 14,86                      | 15                                       |
|           | PG    | Rovně | 1                    | 1,4                     | 0,71                      | TBP       | Vpravo | 96                   | 15                               | 7                       | 15,86                            | 0                    | 15,14                      | 15                                       |

### Univerzální tabulka mezičasů varianty C

|           |     | Najíždí |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    |     |     |    |
|-----------|-----|---------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|
|           |     | VA      | VAL | VB | VBP | VCL | VCP | TA | TB | TBP | TCL | PB1 | PB2 | PH | PC1 | PC2 | PG |
| Vyklízuje | VA  | X       | X   |    |     |     |     |    |    |     |     |     | 0   |    |     |     |    |
|           | VAL | X       | X   | 0  | 0   | 5   |     | 3  | 0  | 0   | 5   |     |     |    |     | 15  |    |
|           | VB  |         | 6   | X  | X   | 6   |     |    |    | 1   | 5   | 2   |     |    |     |     |    |
|           | VBP |         | 7   | X  | X   |     |     |    |    |     |     | 2   |     |    |     | 15  |    |
|           | VCL |         | 1   | 0  |     | X   | X   | 4  | 0  |     |     |     | 10  |    |     |     |    |
|           | VCP |         |     |    |     | X   | X   |    |    |     |     |     |     |    |     |     |    |
|           | TA  |         | 2   |    |     | 2   |     | X  |    |     | 2   |     |     | 10 |     |     |    |
|           | TB  |         | 9   |    |     | 6   |     |    | X  | X   | 3   |     |     | 2  |     |     |    |
|           | TBP |         | 7   | 4  |     |     |     |    | X  | X   |     |     |     | 2  |     |     | 15 |
|           | TCL |         | 0   | 0  |     |     |     | 3  | 2  |     | X   |     |     | 2  |     |     |    |
|           | PB1 |         |     | 1  | 1   |     |     |    |    |     |     | X   | X   | X  |     |     |    |
|           | PB2 | 0       |     |    |     | 0   |     |    |    |     |     | X   | X   | X  |     |     |    |
|           | PH  |         |     |    |     |     |     | 0  | 1  | 1   | 1   | X   | X   | X  |     |     |    |
|           | PC1 |         |     |    |     |     |     |    |    |     |     |     |     |    | X   | X   | X  |
|           | PC2 |         | 0   |    | 0   |     |     |    |    |     |     |     |     |    | X   | X   | X  |
|           | PG  |         |     |    |     |     |     |    |    | 0   |     |     |     |    | X   | X   | X  |

## Příloha P.10 – Kapacitní výpočty varianty C

### 1. Vstupní hodnoty výpočtu

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1,2  | 1    | 758       | R          | 0     | 1000  | 0,67  |
|         |            | 3    | 1    | 381       | L          | 0     | 38    | 0,33  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 228       | R          | 0     | 1000  | 0,83  |
|         |            | 2    | 1    | 47        | P          | 0     | 108   | 0,17  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 540       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 43        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

### 2. Koeficient sklonu

$$k_{skl,a1} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} \quad (1)$$

kde:

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$a$  – podélný sklon vjezdu [%].

#### Paprsek A

$$k_{skl,a1,2} = 1 - 0,02 \cdot a_{a1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,a3} = 1 - 0,02 \cdot a_{a2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek B

$$k_{skl,b1} = 1 - 0,02 \cdot a_{b1} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,b2} = 1 - 0,02 \cdot a_{b2} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{skl,c1p} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1p} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{skl,c1L} = 1 - 0,02 \cdot a_{c1L} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

### 3. Koeficient oblouku

$$k_{obl} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} \quad (2)$$

kde:

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-],

$R$  – poloměr oblouku pro odbočení [m],

$f$  – podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu ku celkové intenzitě vjezdu [-].

#### Paprsek A

$$k_{obl,a1,2} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 0,67} = 1$$

$$k_{obl,a3} = \frac{38}{38 + 1,5 \cdot 0,33} = 0,99$$

#### Paprsek B

$$k_{obl,b1} = \frac{1000}{1000 + 1,5 \cdot 0,83} = 1$$

$$k_{obl,b2} = \frac{108}{108 + 1,5 \cdot 0,17} = 1$$

#### Paprsek C

$$k_{obl,c1P} = \frac{46}{46 + 1,5 \cdot 0,93} = 0,97$$

$$k_{obl,c1L} = \frac{114}{114 + 1,5 \cdot 0,07} = 1$$

### 4. Saturevaný tok řadícího pruhu

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (3)$$

kde:

$S_i$  – Saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h],

$S_{zákl}$  – Základní saturovaný tok [pvoz/h],

$k_{skl}$  – koeficient sklonu [-],

$k_{obl}$  – koeficient oblouku [-].

### **Paprsek A**

$$S_{i,a1,2} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,a3} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,99 = 1980 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{i,b1} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,b2} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{i,c1P} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{i,c1L} = 2000 \cdot 1 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **5. Saturovaný tok vjezdu**

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i \tag{4}$$

kde:

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$S_i$  – Saturovaný tok jednoho řadícího pruhu [pvoz/h],

$n_p$  – počet řadících pruhů, které tvoří jeden vjezd [-].

### **Paprsek A**

$$S_{v,a1,2} = S_{i,a1,2} \cdot n_p = 2000 \cdot 2 = 4000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,a3} = S_{i,a3} = 1980 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$S_{v,b1} = S_{i,b1} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,b2} = S_{i,b2} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$S_{v,c1P} = S_{i,c1P} = 1940 \text{ pvoz/h}$$

$$S_{v,c1L} = S_{i,c1L} = 2000 \text{ pvoz/h}$$

## **6. Stupeň saturace**

$$y = \frac{I_v}{S_v} \tag{5}$$

Kde:

$y$  – Stupeň saturace vjezdu [-],

$I_v$  – Návrhová intenzita na vjezdu [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$y_{a1,2} = \frac{758}{4000} = 0,1895$$

$$y_{a3} = \frac{381}{1980} = 0,192$$

### **Paprsek B**

$$y_{b1} = \frac{228}{2000} = 0,114$$

$$y_{b2} = \frac{47}{2000} = 0,024$$

### **Paprsek C**

$$y_{c1P} = \frac{540}{1940} = 0,278$$

$$y_{c1L} = \frac{43}{2000} = 0,022$$

### **7. Kritický vjezd ve fázi**

$$1. \text{ fáze} \quad y_{a3} = 0,192$$

$$2. \text{ fáze} \quad y_{c1P} = 0,278$$

### **8. Celkový stupeň saturace**

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \quad (6)$$

kde:

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$i$  – pořadové číslo i-té fáze v cyklu

$n$  – počet fází v jednom cyklu.

$$Y = y_{a1} + y_{c1P} = 0,192 + 0,278 = 0,47$$

### **9. Mezičas mezi fázemi**

$$1. \text{ fáze} \quad t_{m1} = 10 \text{ s}$$

$$2. \text{ fáze} \quad t_{m2} = 4 \text{ s}$$

### **10. Ztrátový čas pro každou fázi**

$$l = t_m \quad (7)$$

kde:

$l$  – Ztrátový čas pro každou fázi [s],

$t_m$  – Mezičas pro každou fázi [s].

$$l_1 = t_{m1} = 10 \text{ s}$$

$$l_2 = t_{m2} = 4 \text{ s}$$

### 11. Celkový ztrátový čas na cyklus

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} \quad (8)$$

kde:

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$i$  – i-tá fáze v cyklu,

$n$  – počet fází v jednom cyklu,

$t_m$  – mezičas i-té fáze [s].

$$L = l_1 + l_2 = 10 + 4 = 14 \text{ s}$$

### 12. Optimální cyklus

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot L}{1-Y} \quad (9)$$

kde:

$t_{c,opt}$  – Optimální cyklus [s],

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot 14}{1 - 0,47} = 39,62 \text{ s}$$



### 13. Reálná délka cyklu

$$0,75 \cdot t_{c,opt} < t_c < 1,5 \cdot t_{c,opt}$$

$$0,75 \cdot 39,62 = 29,72 \text{ s}$$

$$1,5 \cdot 39,62 = 59,43 \text{ s}$$

$$29,75 < t_c < 59,43 \quad \Rightarrow \quad \text{CYKLUS } t_c = 50 \text{ s}$$

### 14. Délka zelených signálů

$$z = \frac{\max y \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (10)$$

kde:

$z$  – Délka zelené [s],

$y$  – Stupeň saturace [-],

$Y$  – Celkový stupeň saturace [-],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$L$  – Celkový ztrátový čas za cyklus [s].

$$z_1 = \frac{0,192 \cdot (50 - 14)}{0,47} = 14,71 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 15 \text{ s}$$

$$z_2 = \frac{0,278 \cdot (50 - 14)}{0,47} = 21,29 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad 21 \text{ s}$$

### 15. Kapacita běžného vjezdu a levé odbočení ovlivněné protisměrem

$$C_v = C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} \quad (11)$$

kde:

$C_v$  – Kapacita běžného vjezdu [pvoz/h],

$C_s$  – Kapacita na stopčáře [pvoz/h],

$S_v$  – Saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'$  - Délka efektivní zelené [s],

$t_c$  – Délka cyklu [s].

### **Paprsek A**

$$C_{v,a1,2} = S_{v,a1,2} \cdot \frac{z'_{a1,2}}{t_c} = 4000 \cdot \frac{15}{50} = 1200 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{s,a3} = S_{v,a3} \cdot \frac{z'_{a3}}{t_c} = 1980 \cdot \frac{15}{50} = 594 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek B**

$$C_{v,b1} = S_{v,b1} \cdot \frac{z'_{b1}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{15}{50} = 600 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,b2} = S_{v,b2} \cdot \frac{z'_{b2}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{15}{50} = 600 \text{ pvoz/h}$$

### **Paprsek C**

$$C_{v,c1P} = S_{v,c1P} \cdot \frac{z'_{c1P}}{t_c} = 1940 \cdot \frac{21}{50} = 814 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{v,c1L} = S_{v,c1L} \cdot \frac{z'_{c1L}}{t_c} = 2000 \cdot \frac{21}{50} = 840 \text{ pvoz/h}$$

## **16. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem**

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (12)$$

kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 222 + 216 + 840 = 1278 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (13)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 228) \cdot (15 \cdot 2000 - 228 \cdot 50)}{50 \cdot (2000 - 228)} = 222 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (14)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{50} = 216 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_o}{t_c} \quad (15)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_o$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{21}{50} = 840 \text{ pvoz/h}$$

### 17. Kapacita vjezdu

Menší z hodnot  $C_s$  a  $C_L \Rightarrow C_s = 594$  pvoz/h

### 18. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (16)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

#### Paprsek A

$$Rez_{a1,2} = \left(1 - \frac{758}{1200}\right) \cdot 100 = 36,83 \%$$

$$Rez_{a3} = \left(1 - \frac{381}{594}\right) \cdot 100 = 35,86 \%$$

#### Paprsek B

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{228}{600}\right) \cdot 100 = 62 \%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{47}{600}\right) \cdot 100 = 92,17 \%$$

#### Paprsek C

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{540}{814}\right) \cdot 100 = 33,66 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{43}{840}\right) \cdot 100 = 94,88 \%$$

## 19. Střední doba zdržení

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (16)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$t_{w,a1,2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 1200}{1200 \cdot 50 - 758 \cdot 15} + \frac{758 \cdot 3600}{1200^2 - 758 \cdot 1200} \right) = 15,92 \text{ s}$$

$$t_{w,a3} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 594}{594 \cdot 50 - 381 \cdot 15} + \frac{381 \cdot 3600}{594^2 - 381 \cdot 594} \right) = 18,53 \text{ s}$$

### Paprsek B

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 600}{600 \cdot 50 - 228 \cdot 15} + \frac{228 \cdot 3600}{600^2 - 228 \cdot 600} \right) = 13,39 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(45 - 13)^2 \cdot 577}{577 \cdot 45 - 47 \cdot 13} + \frac{47 \cdot 3600}{577^2 - 47 \cdot 577} \right) = 14,10 \text{ s}$$

### Paprsek C

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 21)^2 \cdot 814}{814 \cdot 50 - 540 \cdot 21} + \frac{540 \cdot 3600}{814^2 - 540 \cdot 814} \right) = 14,41 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 21)^2 \cdot 840}{840 \cdot 50 - 43 \cdot 21} + \frac{43 \cdot 3600}{840^2 - 43 \cdot 840} \right) = 7,83 \text{ s}$$

## 20. Úroveň kvality dopravy

**Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky**

| Úroveň kvality dopravy   |                 | Střední doba zdržení [s] |
|--|-----------------|--------------------------|
| Označení   | Charakteristika |                          |
| A  | Velmi dobrá     | $\leq 20$                |
| B  | Dobrá           | $\leq 35$                |
| C  | Uspokojivá      | $\leq 50$                |
| D  | Dostatečná      | $\leq 70$                |
| E  | Nestabilní      | $> 70$                   |
| F  | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $\text{Rez} \leq 0$ |                 |                          |

*Obrázek 1 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]*

$$t_{w,a1,2} = 15,92 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,a3} = 18,53 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b1} = 13,39 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b2} = 14,10 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1P} = 14,41 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1L} = 7,83 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

# Příloha P.11 – Signální plán varianty C

|         | Fáze | Délka zeleně | Signální plán (délka cyklu 50s) |  |  |                   |  |  |                |  |  |    | 2.mezíča<br>s = 4 s |  |  |    |  |  |  |
|---------|------|--------------|---------------------------------|--|--|-------------------|--|--|----------------|--|--|----|---------------------|--|--|----|--|--|--|
|         |      |              | 1. fáze = 15 s                  |  |  | 1. mezičas = 10 s |  |  | 2. fáze = 21 s |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
|         |      |              | 10                              |  |  | 20                |  |  | 30             |  |  | 40 |                     |  |  | 50 |  |  |  |
|         |      |              |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VA      | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VA, VAL | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VB      | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VB, VBP | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VCP     | 2    | 21           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| VCL     | 2    | 21           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| TA      | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| TB      | 1    | 17           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| TBP     | 1    | 16           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| TCL     | 2    | 21           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PB1     | 2    | 23           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PB2     | 2    | 26           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PH      | 2    | 25           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PC1     | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PC2     | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |
| PG      | 1    | 15           |                                 |  |  |                   |  |  |                |  |  |    |                     |  |  |    |  |  |  |

## Příloha P.12 – Kapacitní posouzení pro rok 2029

### VARIANTA A

#### 1. Vstupní hodnoty výpočtu 2029

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1    | 1    | 792       | R          | 0     | 1000  | 0,58  |
|         |            | 2    | 1    | 572       | R, L       | 0     | 38    | 0,42  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 203       | R          | 0     | 1000  | 0,65  |
|         |            | 2    | 1    | 113       | R, P       | 0     | 108   | 0,35  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 592       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 47        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

#### 2. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (1)$$

kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 272 + 135 + 700 = 1107 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (2)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 316) \cdot (28 \cdot 4000 - 316 \cdot 80)}{80 \cdot (4000 - 316)} = 272 \text{ pvoz/h}$$



- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (3)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{80} = 135 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_0}{t_c} \quad (4)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_0$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{28}{80} = 700 \text{ pvoz/h}$$

### 3. Kapacita vjezdu

$$\text{Menší z hodnot } C_s \text{ a } C_L \quad \Rightarrow \quad C_s = 808 \text{ pvoz/h}$$

### 4. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (5)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{692}{750}\right) \cdot 100 = 7,73 \%$$

$$Rez_{a2} = \left(1 - \frac{572}{808}\right) \cdot 100 = 29,2 \%$$

### **Paprsek B**

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{203}{750}\right) \cdot 100 = 72,93 \%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{113}{750}\right) \cdot 100 = 84,9 \%$$

### **Paprsek C**

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{592}{679}\right) \cdot 100 = 12,81 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{47}{700}\right) \cdot 100 = 93,28 \%$$

## **5. Střední doba zdržení**

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (6)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$t_{w,a1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 692 \cdot 33} + \frac{692 \cdot 3600}{750^2 - 692 \cdot 750} \right) = 45,83 \text{ s}$$

$$t_{w,a2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 808}{808 \cdot 80 - 572 \cdot 33} + \frac{572 \cdot 3600}{808^2 - 572 \cdot 808} \right) = 22,41 \text{ s}$$

### Paprsek B

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 203 \cdot 33} + \frac{203 \cdot 3600}{750^2 - 203 \cdot 750} \right) = 14,79 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 33)^2 \cdot 750}{750 \cdot 80 - 113 \cdot 33} + \frac{113 \cdot 3600}{750^2 - 113 \cdot 750} \right) = 10,93 \text{ s}$$

### Paprsek C

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 28)^2 \cdot 679}{679 \cdot 80 - 592 \cdot 28} + \frac{592 \cdot 3600}{679^2 - 592 \cdot 679} \right) = 38,12 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(80 - 28)^2 \cdot 700}{700 \cdot 80 - 47 \cdot 28} + \frac{47 \cdot 3600}{700^2 - 47 \cdot 750} \right) = 15,74 \text{ s}$$

## 6. Úroveň kvality dopravy

Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky

| Úroveň kvality dopravy  |                 | Střední doba zdržení [s] |
|---|-----------------|--------------------------|
| Označení  | Charakteristika |                          |
| A   | Velmi dobrá     | ≤ 20                     |
| B   | Dobrá           | ≤ 35                     |
| C   | Uspokojivá      | ≤ 50                     |
| D   | Dostatečná      | ≤ 70                     |
| E   | Nestabilní      | > 70                     |
| F   | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $Rez \leq 0$ |                 |                          |

Obrázek 1 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]

$$t_{w,a1} = 45,83 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{C}$$

$$t_{w,a2} = 22,41 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w,b1} = 14,79 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b2} = 10,93 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1P} = 38,12 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{C}$$

$$t_{w,c1L} = 15,74 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

## VARIANTA B

### 1. Vstupní hodnoty výpočtu roku 2029

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1    | 1    | 842       | R          | 0     | 1000  | 0,67  |
|         |            | 2    | 1    | 422       | L          | 0     | 38    | 0,33  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 263       | R          | 0     | 1000  | 0,83  |
|         |            | 2    | 1    | 53        | P          | 0     | 108   | 0,17  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 592       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 47        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

### 2. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (7)$$

Kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 203 + 154 + 685 = 1042 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (8)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 316) \cdot (24 \cdot 2000 - 316 \cdot 70)}{70 \cdot (2000 - 316)} = 203 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (9)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{70} = 154 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_0}{t_c} \quad (10)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_0$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{24}{70} = 685 \text{ pvoz/h}$$

### 3. Kapacita vjezdu

$$\text{Menší z hodnot } C_s \text{ a } C_L \Rightarrow C_s = 905 \text{ pvoz/h}$$

#### 4. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (11)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

##### Paprsek A

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{842}{914}\right) \cdot 100 = 7,88 \%$$

$$Rez_{a2} = \left(1 - \frac{422}{905}\right) \cdot 100 = 53,37 \%$$

##### Paprsek B

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{263}{914}\right) \cdot 100 = 71,23 \%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{53}{914}\right) \cdot 100 = 94,20 \%$$

##### Paprsek C

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{592}{665}\right) \cdot 100 = 10,98 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{47}{685}\right) \cdot 100 = 93,13 \%$$

#### 5. Střední doba zdržení

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (12)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$t_{w,a1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 842 \cdot 32} + \frac{842 \cdot 3600}{914^2 - 842 \cdot 914} \right) = 36,76 \text{ s}$$

$$t_{w,a2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 905}{905 \cdot 70 - 422 \cdot 32} + \frac{422 \cdot 3600}{905^2 - 422 \cdot 905} \right) = 13,36 \text{ s}$$

### **Paprsek B**

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 263 \cdot 32} + \frac{263 \cdot 3600}{914^2 - 263 \cdot 914} \right) = 11,40 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 32)^2 \cdot 914}{914 \cdot 70 - 53 \cdot 32} + \frac{53 \cdot 3600}{914^2 - 53 \cdot 914} \right) = 9,64 \text{ s}$$

### **Paprsek C**

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 24)^2 \cdot 665}{665 \cdot 70 - 592 \cdot 24} + \frac{592 \cdot 3600}{665^2 - 592 \cdot 665} \right) = 39,34 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(70 - 24)^2 \cdot 685}{685 \cdot 70 - 47 \cdot 24} + \frac{47 \cdot 3600}{685^2 - 47 \cdot 685} \right) = 14,10 \text{ s}$$

## 6. Úroveň kvality dopravy

**Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky**

| Úroveň kvality dopravy  |                 | Střední doba zdržení [s] |
|---|-----------------|--------------------------|
| Označení  | Charakteristika |                          |
| A   | Velmi dobrá     | $\leq 20$                |
| B   | Dobrá           | $\leq 35$                |
| C   | Uspokojivá      | $\leq 50$                |
| D   | Dostatečná      | $\leq 70$                |
| E   | Nestabilní      | $> 70$                   |
| F   | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $Rez \leq 0$ |                 |                          |

*Obrázek 2 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]*

$$t_{w,a1} = 36,76 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{C}$$

$$t_{w,a2} = 13,36 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b1} = 11,40 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,b2} = 9,64 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w,c1P} = 39,34 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{C}$$

$$t_{w,c1L} = 14,10 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$



## VARIANTA C

### 1. Vstupní hodnoty výpočtu roku 2029

| Paprsek | Ulice      | Pruh | Fáze | Intenzita | Směr jízdy | a [%] | R [m] | f [-] |
|---------|------------|------|------|-----------|------------|-------|-------|-------|
| A       | Výškovická | 1,2  | 1    | 842       | R          | 0     | 1000  | 0,67  |
|         |            | 3    | 1    | 422       | L          | 0     | 38    | 0,33  |
| B       | Výškovická | 1    | 1    | 263       | R          | 0     | 1000  | 0,83  |
|         |            | 2    | 1    | 53        | P          | 0     | 108   | 0,17  |
| C       | Pavlovova  | 1P   | 2    | 592       | L, R, P    | 0     | 46    | 0,93  |
|         |            | 1L   | 2    | 47        | L, R, P    | 0     | 114   | 0,07  |

### 2. Kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} \quad (13)$$

kde:

$C_{L1}$  – Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h],

$C_{L2}$  – Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h],

$C_{L3}$  – Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h].

$$C_L = 195 + 216 + 840 = 1251 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} \quad (14)$$

kde:

$I_p$  – Návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  – saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z_p$  – délka zeleného signálu v protisměru [s].

$$C_{L1,a2} = \frac{(1400 - 1,5 \cdot 263) \cdot (15 \cdot 2000 - 263 \cdot 50)}{50 \cdot (2000 - 263)} = 195 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2,a2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} \quad (15)$$

kde:

$N_A$  – počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla pro dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočující vlevo [pvoz],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L2,a2} = \frac{3 \cdot 3600}{50} = 216 \text{ pvoz/h}$$

- Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3,a2} = S_L \cdot \frac{z_0}{t_c} \quad (16)$$

kde:

$S_L$  – Saturovaný tok pruhu pro levé odbočení [pvoz/h],

$z_0$  – délka části zeleného signálu neovlivnění protisměrem [s],

$t_c$  – délka cyklu [s].

$$C_{L3,a2} = 2000 \cdot \frac{21}{50} = 840 \text{ pvoz/h}$$

### 3. Kapacita vjezdu

$$\text{Menší z hodnot } C_s \text{ a } C_L \quad \Rightarrow \quad C_s = 594 \text{ pvoz/h}$$

### 4. Rezerva kapacity vjezdu

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (17)$$

kde:

$Rez$  – Rezerva kapacity [%],

$C_v$  – Kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – Návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### **Paprsek A**

$$Rez_{a1,2} = \left(1 - \frac{842}{1200}\right) \cdot 100 = 29,83 \%$$

$$Rez_{a3} = \left(1 - \frac{422}{594}\right) \cdot 100 = 28,96 \%$$

### **Paprsek B**

$$Rez_{b1} = \left(1 - \frac{263}{600}\right) \cdot 100 = 56,17\%$$

$$Rez_{b2} = \left(1 - \frac{53}{600}\right) \cdot 100 = 91,16 \%$$

### **Paprsek C**

$$Rez_{c1P} = \left(1 - \frac{592}{814}\right) \cdot 100 = 27,27 \%$$

$$Rez_{a1} = \left(1 - \frac{47}{840}\right) \cdot 100 = 94,40 \%$$

## **5. Střední doba zdržení)**

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (18)$$

kde:

$t_w$  – Střední doba zdržení [s],

$t_c$  – délka cyklu [s],

$z'$  - délka efektivní zelené [s],

$C_v$  – kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_v$  – návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

### Paprsek A

$$t_{w,a1,2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 1200}{1200 \cdot 50 - 842 \cdot 15} + \frac{842 \cdot 3600}{1200^2 - 842 \cdot 1200} \right) = 17,14 \text{ s}$$

$$t_{w,a3} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 594}{594 \cdot 50 - 422 \cdot 15} + \frac{422 \cdot 3600}{594^2 - 422 \cdot 594} \right) = 20,70 \text{ s}$$

### Paprsek B

$$t_{w,b1} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 600}{600 \cdot 50 - 263 \cdot 15} + \frac{263 \cdot 3600}{600^2 - 263 \cdot 600} \right) = 14,80 \text{ s}$$

$$t_{w,b2} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 15)^2 \cdot 600}{600 \cdot 50 - 53 \cdot 15} + \frac{53 \cdot 3600}{600^2 - 53 \cdot 600} \right) = 11,59 \text{ s}$$

### Paprsek C

$$t_{w,c1P} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 21)^2 \cdot 814}{814 \cdot 50 - 592 \cdot 21} + \frac{592 \cdot 3600}{814^2 - 592 \cdot 814} \right) = 16,21 \text{ s}$$

$$t_{w,c1L} = 0,45 \cdot \left( \frac{(50 - 21)^2 \cdot 840}{840 \cdot 50 - 47 \cdot 21} + \frac{47 \cdot 3600}{840^2 - 47 \cdot 840} \right) = 7,86 \text{ s}$$

## 6. Úroveň kvality dopravy

Tabulka A.3 – Mezní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky

| Úroveň kvality dopravy  |                 | Střední doba zdržení [s] |
|---|-----------------|--------------------------|
| Označení  | Charakteristika |                          |
| A   | Velmi dobrá     | ≤ 20                     |
| B   | Dobrá           | ≤ 35                     |
| C   | Uspokojivá      | ≤ 50                     |
| D   | Dostatečná      | ≤ 70                     |
| E   | Nestabilní      | > 70                     |
| F   | Nevyhovující    | –                        |
| UKD na stupni F je dosaženo při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $Rez \leq 0$ |                 |                          |

Obrázek 3 – Stanovení úrovně kvality dopravy pro světelně řízenou křižovatku [13]

$$t_{w,a1,2} = 17,14 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = A$$

$$t_{w,a3} = 20,70 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = B$$

$$t_{w,b1} = 14,80 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = A$$

$$t_{w,b2} = 11,59 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = A$$

$$t_{w,c1P} = 16,21 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = A$$

$$t_{w,c1L} = 7,86 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \acute{U}KD = A$$